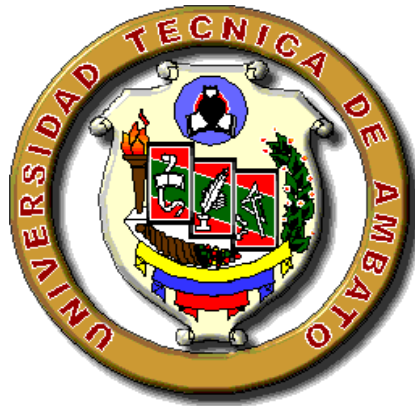


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2010

TEMA:

*“LA EROSIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA
VULNERABILIDAD DE LA TERRAZA ALUVIAL SOBRE LA CUAL ESTA
ASENTADA LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.”*

AUTOR:

.....
María Cristina Ochoa Villacreses

AMBATO – ECUADOR
2011

CERTIFICACIÓN

En calidad de director de la tesis **“LA EROSIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA VULNERABILIDAD DE LA TERRAZA ALUVIAL SOBRE LA CUAL ESTA ASENTADA LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.”**, elaborado por la egresada María Cristina Ochoa Villacreses, certifico que:

- La presente Tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Germán Anda

AUTORÍA

Las ideas y opiniones del presente trabajo investigativo son originales de su autor y son de exclusiva responsabilidad del mismo.

Egda. María Cristina Ochoa V.

C.I. 040134246-4

DEDICATORIA

A Dios por ser la base fundamental de mi vida, El cual me ha dado fuerzas y confianza en medio de muchas dificultades y nunca me ha soltado de su mano. A mis padres que siempre me han apoyado en toda mis decisiones y me han brindado sus sabios consejos.

A mis hermanos que en todo momento me han entregado su cariño y han sido mi motivación para salir adelante ya que me han dado la responsabilidad de ser ejemplo para sus vidas.

A mis abuelitos que han estado pendientes de mí y siempre prestos a ayudarme en todo lo que necesite.

También dedico a la persona más especial de mi vida, Jair, que siempre ha estado a mi lado e incondicionalmente me ha dado su amor y apoyo.

A mis amigos y compañeros que durante toda la etapa universitaria han compartido buenos momentos.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar desde estas líneas mis más sinceros agradecimientos a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y sus dignas autoridades.

A la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos de Pastaza en especial al Abogado Enrique Meza que me brindó su apoyo y confianza para el desarrollo de este tema.

Esta tesis no hubiera sido posible sin la ayuda del Ing. Germán Anda director del presente trabajo investigativo, quien generosamente ha puesto a mi disposición su tiempo para realizar esta investigación, por su permanente ayuda y sus conocimientos brindados, aparte de sus oportunos consejos.

Me gustaría expresar mi más sincero reconocimiento a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por todos los conocimientos impartidos en mi etapa de estudiante, también debo agradecer de manera muy especial al Ing. Msc. Wilson Medina quien con su gran experiencia supo en todo momento darme la ayuda y orientación oportuna para formarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PREELIMINARES

Portada	I
Certificación del Director	II
Autoría	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice general	VI
Resumen ejecutivo	XIII

B. TEXTO

<i>CAPÍTULO I</i> _____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
1.1 TEMA _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _	¡Error! Marcador no definido.
1.2.1 Contextualización _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2 Análisis crítico _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.3 Prognosis _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.4 Formulación del Problema _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.5 Preguntas Directrices _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.6 Delimitación del Problema _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.6.1 Contenido _____	¡Error! Marcador no definido.
1.2.6.2 Espacial _____	¡Error! Marcador no definido.

1.2.6.3 Temporal _____	¡Error! Marcador no definido.
1.3 JUSTIFICACIÓN _____	¡Error! Marcador no definido.
1.4. OBJETIVOS _____	¡Error! Marcador no definido.
1.4.1. General _____	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2. Específicos _____	¡Error! Marcador no definido.
<i>CAPÍTULO II</i> _____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS _____	¡Error! Marcador no definido.
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA _____	¡Error! Marcador no definido.
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1 Definiciones _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.1 Terraza aluvial _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.2 Erosión Pluvial _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.3 Erosión Fluvial _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2 Modelos de Análisis de Estabilidad _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2.1 Introducción _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2.2 Equilibrio límite y factor de seguridad	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3 Control de aguas superficiales y subterráneas _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.1 Introducción _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.2 Sistemas de control de aguas _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.3 Drenaje superficial _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.4 Caudal de escorrentía _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.5 Canales o zanjas de corona _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4 Lluvias, Presión de Poros y sus Efectos _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4.1 Introducción _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4.2 Régimen de lluvias _____	¡Error! Marcador no definido.

2.4.4.2.1	Intensidad de lluvia que produce deslizamientos _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4.2.2	Tiempo de lluvia que produce deslizamientos _	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4.3	La humedad superficial _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4.4	La infiltración _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.5	Vulnerabilidad a los riesgos naturales ____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.5.1	Introducción _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.5.2	Definiciones _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.5.3	Vulnerabilidad _____	¡Error! Marcador no definido.
2.4.5.4	Situación en nuestro país _____	¡Error! Marcador no definido.
2.5	HIPÓTESIS _____	¡Error! Marcador no definido.
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III _____		¡Error! Marcador no definido.
3.1	ENFOQUE _____	¡Error! Marcador no definido.
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN __	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1	Modalidad _____	¡Error! Marcador no definido.
3.3	NIVELES DE INVESTIGACIÓN _____	¡Error! Marcador no definido.
3.3.1	Nivel Exploratorio _____	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2	Nivel Descriptivo _____	¡Error! Marcador no definido.
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA _____	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1	Población _____	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2	Muestra _____	¡Error! Marcador no definido.
3.4.3	Técnicas e Instrumentos _____	¡Error! Marcador no definido.
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	¡Error! Marcador no definido.

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	_____	¡Error! Marcador no definido.
3.6.1 Plan de Recolección de Información	_____	¡Error! Marcador no definido.
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	_____	¡Error! Marcador no definido.
3.7.1 Plan de Procesamiento de la Información	_____	¡Error! Marcador no definido.
<i>CAPITULO IV</i>	_____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	_____	¡Error! Marcador no definido.
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS	_____	¡Error! Marcador no definido.
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	_____	¡Error! Marcador no definido.
<i>CAPÍTULO V</i>	_____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
5.1 CONCLUSIONES	_____	¡Error! Marcador no definido.
5.2 RECOMENDACIONES	_____	¡Error! Marcador no definido.
<i>CAPÍTULO VI</i>	_____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
6.1 DATOS INFORMATIVOS	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.1 Mera	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.2 Altitud y posición astronómica	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.3 Clima	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.4 Orografía	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.5 Población	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.1.6 Hidrología	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	__	¡Error! Marcador no definido.
6.3 JUSTIFICACIÓN	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.4 OBJETIVOS	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.6 FUNDAMENTACIÓN	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.6.1 Muros de retención	_____	¡Error! Marcador no definido.
6.6.1.1 Introducción	_____	¡Error! Marcador no definido.

- 6.6.1.2 Diseño de los muros _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.3 Cálculo del empuje _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.4 Estabilidad de los muros _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.5 Deslizamiento _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.6 Volteo _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.7 Verificación en secciones intermedias ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.1.8 Recomendaciones de diseño _____ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.2 Control de Erosión en Taludes y Obras de Ingeniería;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.1 Introducción _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.2 Obras de Drenaje y subdrenaje _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.3 Drenaje superficial _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.4 Zanjas de corona _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.5 Manejo de las aguas de escorrentía __ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6 Criterios de diseño _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6.1 Procesamiento de la información ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6.2 Intensidad – Duración – frecuencia _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6.3 Período de retorno _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6.4 Tiempo de concentración _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.6.5 Coeficiente de escorrentía _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.7 Diseño de secciones hidráulicas _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.7.1 Rugosidad _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.2.7.2 Velocidades máximas y mínimas permisibles _ ;**Error! Marcador no definido.**
- 6.6.3 Estabilidad de Taludes _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.3.1 Introducción _____ ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.3.2 Análisis para la estabilidad y el diseño;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.3.3 Causas de los movimientos de ladera ;**Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.3.4 Metodología de cálculo _____ ;**Error! Marcador no definido.**

- 6.6.4 Plan de Riesgo _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.1 Introducción _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.2 Vulnerabilidad _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.3 Riesgo _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.4.3.1 Análisis cualitativo del riesgo __ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.4.3.2 Análisis cuantitativo del Riesgo_ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.4 Mitigación del Riesgo _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.5 Caracterización y manejo del riesgo _ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.6.4.6 Mapas de Riesgo _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.6.4.6.1 Elaboración del mapa de riesgo _ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.7 Metodología _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.7.1 Diseño del muro de gaviones _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.1 Cálculo de empuje _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.2 Estabilidad de muro _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.2.1 Verificación de la seguridad de deslizamientos **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.2.2 Verificación de la seguridad al volteamiento__ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.2.3 Verificación de la tensión en el suelo _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.3 Verificación de sección intermedia__ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.1.3.1 Estabilidad del muro _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.7.2 Cuneta de coronación _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.2.1 Coeficiente de escorrentía _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.2.2 Tiempo de entrada (te) _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.2.3 Determinación de la intensidad _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.2.4 Calculo del caudal de diseño _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.2.5 Diseño del canal trapezoidal _____ **¡Error! Marcador no definido.**
- 6.7.3 Estabilidad de taludes _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 - 6.7.3.1 Consideraciones de diseño _____ **¡Error! Marcador no definido.**

6.7.3.2 Mitigación de deslizamiento _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4 Plan de riesgo _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4.1 Objetivo del plan de riesgo _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4.2 Construcción del Escenario de Riesgos _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4.2.1 Descripción del área _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4.2.2 Análisis de la amenaza _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.4.2.3 Análisis de la vulnerabilidad _____	¡Error! Marcador no definido.
6.7.5 Presupuesto _____	¡Error! Marcador no definido.
6.8 ADMINISTRACIÓN _____	¡Error! Marcador no definido.
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN _____	¡Error! Marcador no definido.
C. MATERIALES DE REFERENCIA _____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
1. BIBLIOGRAFÍA _____	¡Error! Marcador no definido.
2. ANEXOS _____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
Modelo de Encuesta _____	¡Error! Marcador no definido.
Registro fotográfico _____	¡Error! Marcador no definido.
Estación meteorológica M008/Puyo _____	¡Error! Marcador no definido.
Datos de precipitaciones _____	¡Error! Marcador no definido.
REGISTRO DE PERFORACIÓN _____	¡Error! Marcador no definido.
Glosario de términos técnicos _____	¡Error! Marcador no definido.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: LA EROSIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA VULNERABILIDAD DE LA TERRAZA ALUVIAL SOBRE LA CUAL ESTA ASENTADA LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.

Autor: María Cristina Ochoa Villacreses

Director: Ing. Germán Anda

Fecha: Agosto-2011

RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad de este proyecto ha sido el estudio y el análisis de la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual está asentada la ciudad de Mera. En la presente investigación se utilizó la metodología basada en el trabajo de campo y bibliográficas, el trabajo que se presenta a continuación abarca una parte teórica, en la que se recolecta información de varias fuentes bibliográficas, así como la experiencia y conocimientos profesional de algunos ingenieros que habitan en la zona; por otra parte está el cálculo detallado de cada una de las obras de mitigación.

En este caso para controlar la erosión pluvial y fluvial se ha considerado adecuado diseñar un muro de gaviones para evitar la socavación producida por el río Pastaza en el margen izquierdo del cauce y diseñar un drenaje superficial para controlar la erosión pluvial.

Debido a los continuos deslizamientos se ha visto en la necesidad de estabilizar la terraza aluvial. En caso de emergencia se ha diseñado un plan de riesgo para la población.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

LA EROSIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA VULNERABILIDAD DE LA TERRAZA ALUVIAL SOBRE LA CUAL ESTA ASENTADA LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90%¹ de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control.

Las poblaciones asentadas en la provincia de Pastaza debido a que se encuentra en una zona montañosa tropical son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra, debido a que generalmente, se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas.

Dentro del Cantón Mera este problema de deslizamientos se ha ido intensificando debido a la falta de medidas preventivas. Es importante recalcar que este sector ha

¹Science for a changing world. Brabb-1989.

presentado un sin número de inconvenientes y molestias a los moradores que se asienta en esta zona.

1.2.2 Análisis crítico

La terraza aluvial sobre la cual se asienta la ciudad de Mera ha traído muchos inconvenientes por la inestabilidad, causando problemas de deslizamientos, derrumbos y una inseguridad a la población. El pie del talud presenta socavación por el río Pastaza que recorre toda la base del mismo, la zona más crítica es donde se ubica el teleférico ya que la socavación es más profunda (ver ANEXO fotográfico).

En temporada de invierno la saturación de agua es mayor haciéndole al talud más vulnerable a derrumbos. La profundidad de socavación en el pie del talud preocupa aún más debido a que no se han tomado medidas de prevención y el tráfico sigue circulando sobre la terraza aluvial.

1.2.3 Prognosis

La presente investigación proveerá una posible solución al problema planteado, puesto que si no se llegase a realizar podría causar deslizamientos más graves además en periodo de invierno el caudal del río crece y la socavación podría ser más fuerte, llevando consigo pérdidas humanas y económicas debido al posible colapso de las casas y comercios asentados en el borde de la terraza aluvial.

La vía principal que conecta la provincia de Tungurahua y Pastaza es propensa a derrumbos pudiendo causar incomunicación lo que ya ha pasado anteriormente.

En el aspecto económico implementar una solución sería más conveniente que atenerse a las graves consecuencias que puede causar este fenómeno.

1.2.4 Formulación del Problema

¿La erosión pluvial y fluvial incide en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual está asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza?

1.2.5 Preguntas Directrices

- ¿Es necesario realizar estudios de suelos para buscar alternativas de mitigación en la terraza aluvial?
- ¿La vulnerabilidad de la terraza aluvial es un hecho reciente?
- ¿Es necesario el estudio hidrológico para establecer los niveles de socavación de la terraza aluvial sobre la cual está asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza?
- ¿La estabilización de la terraza aluvial es una alternativa de solución?

1.2.6 Delimitación del Problema

1.2.6.1 Contenido

Esta área de investigación está relacionada directamente con la especialidad de:

- Ingeniería Civil

- Mecánica de Suelos
- Geotecnia
- Hidrología

1.2.6.2 Espacial

El proyecto se desarrollará en la parroquia Mera del Cantón Mera se halla ubicada a 1.150 msnm; su posición astronómica es de 78⁰5' de Longitud Occidental y a 1⁰30' de Latitud Sur.

Los estudios de campo se realizarán directamente en el sector de Mangayacu hasta el centro del cantón Mera, los estudios complementarios se realizarán en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.3 Temporal

La realización del proyecto se llevará a cabo en el período comprendido entre el mes de Marzo del 2011 hasta Julio del 2011.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente análisis de investigación intenta prestar una posible solución para la socavación y deslizamientos de tierra producidos en la terraza aluvial donde se encuentra asentada la ciudad de Mera.

El grave riesgo que presenta esta vía de comunicación que facilita el desenvolvimiento de todas las actividades de las áreas productivas es un factor de gran importancia para justificar su análisis.

El lugar presenta una fácil accesibilidad para el inicio de este estudio, los moradores

del sector son los más interesados en que se dé una solución a la situación que presentan.

Por tal razón se considera necesaria e indispensable la realización del presente proyecto para dar solución a todos los problemas generados por la erosión pluvial y fluvial de la terraza aluvial donde se encuentra asentada la ciudad de Mera.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Estudiar la erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual está asentada la ciudad de Mera provincia de Pastaza.

1.4.2. Específicos

- Diagnosticar el grado de erosión pluvial y fluvial producida en la terraza aluvial.
- Analizar la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre lo cual está asentada la ciudad de Mera.
- Definir el método de estabilización de la terraza aluvial.
- Diseñar un muro de gaviones para evitar la socavación producida al pie de la terraza aluvial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En atención a la inquietud permanente por parte de la ciudadanía de Mera se realizó un análisis técnico que presenta la carretera Troncal Amazónica vía Baños–Puyo, con énfasis en el tramo del sector donde se halla ubicado el teleférico, que afronta problemas de erosión pluvial y fluvial por causa del río Pastaza, en donde podemos observar lo siguiente:

El río Pastaza está produciendo una socavación permanente en la base del talud, de pendiente esbelta de alrededor de 60 metros de alto sobre el cual se encuentran algunas viviendas y comercios, además se construyó un teleférico que no se pudo inaugurar debido al peligro de vulnerabilidad que presenta el sector, pues este es el más crítico.

El talud en si es una formación de roca sedimentaria que conforma una terraza del Río Pastaza constituida por materiales depositados que contienen areniscas, arcillas y conglomerados, sin que al momento existan estudios que permitan conocerlas características geomecánicas de la terraza y por tanto conocer su comportamiento ante la posible erosión que podría causar el río en la parte inferior del talud de la terraza donde está ubicado el teleférico de la Ciudad.

Se puede observar fisuras en algunas viviendas construidas al borde de la terraza por asentamientos, además la mesa de la vía también presenta fisuras.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se orienta al siguiente enfoque:

- **Visión de la realidad**

Obtenemos una visión total de los hechos que nos hagan entender de una mejor manera la realidad de lo implica mitigar los efectos producidos por la erosión del sector en cuestión.

- **Diseño de la investigación**

El tipo de investigación es abierta y participativa lo cual nos permite desarrollar de una mejor manera la investigación, y conocer mejor los beneficios del proyecto que permitirá mitigar el problema.

- **Énfasis en el análisis**

La investigación se realiza dentro de un análisis cualitativo y cuantitativo debido a los resultados numéricos que se pueden obtener al realizar los cálculos de factores de seguridad, socavación, etc.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Constitución de la República del Ecuador

Art.389

El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar las condiciones de vulnerabilidad.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Definiciones

2.4.1.1 Terraza aluvial

Las terrazas aluviales constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor.

Un río, al entallar el terreno, discurre por un lecho cada vez más bajo. Abandona así capas de aluviones en forma de terrazas escalonadas que ya no son cubiertas por las aguas de las mayores avenidas. En este caso, el río entalla la roca subyacente y ésta aflora entre los escalones. Si, por el contrario, el lecho del río ahonda un terreno que ya consta de aluviones anteriores, no se ve la roca del sustrato y se trata de terrazas encajonadas.

Por su parte, una terraza poligénica no presenta escalones, sino un declive continuo. Su formación se explica, ya por la destrucción de los escalones por la erosión, ya por el carácter progresivo y continuo del hundimiento del lecho del río.

La formación de las terrazas puede verse favorecida por diferentes factores:

- La alternancia de periodos secos y lluviosos.
- Cambios climáticos que han favorecido o dificultado la vegetación, y por consiguiente, la erosión.
- Variaciones eustáticas en el nivel del mar, o
- La elevación del terreno por movimientos tectónicos.

2.4.1.2 Erosión Pluvial

Es la acción de las precipitaciones sobre el relieve terrestre, las aguas, al caer, con su peso y su volumen va a desgastar el terreno en mayor o menor grado según su naturaleza, hasta llegar a formar grandes barrancas o acantilados en superficies arcillosas.

2.4.1.3 Erosión Fluvial

Es la acción de desgaste ocasionado por las aguas de torrentes, aguas salvajes, y ríos. Las aguas de torrente se forman después de las fuertes lluvias, cuando las aguas impetuosas escurren en un cauce irregular; su acción es destructiva, al igual que la de las aguas salvajes, son el resultado de los deshielos, o bien de las intensas lluvias, y dan lugar a escurrimientos violentos sin cause definido y a destrucción de todo lo que encuentra en su paso, los ríos se caracterizan por erosionar verticalmente el terreno; prueba de ello lo constituye los valles fluviales y los cañones².

2.4.2 Modelos de Análisis de Estabilidad

2.4.2.1 Introducción

Es práctica común en ingeniería definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc., los cuales se analizaron previamente.

Sin embargo, no todos los factores que afectan la estabilidad de un talud se pueden cuantificar para incluirlos en un modelo matemático. Por lo tanto, hay situaciones en las cuales un enfoque matemático no produce resultados satisfactorios. A pesar de las

² www.monografias.com/trabajos36/naturaleza/naturaleza.shtml

debilidades de un determinado modelo, determinar el factor de seguridad asumiendo superficies probables de falla, permite al Ingeniero tener una herramienta muy útil para la toma de decisiones.

Se pueden estudiar superficies planas, circulares, logarítmicas, parabólicas y combinaciones de ellas. La mayoría de los trabajos que aparecen en la literatura sobre el tema asumen que el suelo es un material isotrópico y han desarrollado métodos de análisis de superficies circulares o aproximadamente circulares principalmente.

Sin embargo, el mecanismo de falla en materiales residuales, donde aparece el suelo, la roca meteorizada y la roca sana, así como formaciones aluviales que requieren de nuevos enfoques y del estudio de superficies de falla no simétricas.

En los últimos años se han desarrollado algunos modelos de superficies de falla con forma no geométrica, pero se requiere todavía de un gran esfuerzo de investigación en este tema.

2.4.2.1.1 Condiciones drenadas o no drenadas

Las fallas de los taludes pueden ocurrir en condiciones drenadas o no drenadas. Si la inestabilidad es causada por cambios en la carga, tal como la remoción de materiales de la parte baja del talud o aumento de las cargas en la parte superior, en suelos de baja permeabilidad, estos pueden no tener tiempo suficiente para drenar durante el tiempo en el cual ocurre el cambio de carga. En ese caso se dice que las condiciones son no drenadas.

Generalmente, los suelos tienen permeabilidades suficientes para disipar las presiones de poro en exceso y se comportan en condiciones drenadas.

2.4.2.1.2 Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales

Los suelos con permeabilidades mayores de 10^{-4} cm/seg., se pueden considerar drenadas y suelos con permeabilidades menores de 10^{-7} cm/seg., se consideran no drenadas. Mientras las permeabilidades intermedias se consideran parcialmente drenadas.

Duncan (1996) recomienda que para los taludes en los cuales la causa de la falla es el aumento de la presión de poros debida a las lluvias, el problema debe analizarse como condición drenada.

Para determinar las condiciones de drenaje Duncan (1996) sugiere utilizar la siguiente expresión:

Donde:

$$T = \frac{C_v t}{D^2}$$

T = Factor adimensional

Cv = Coeficiente de consolidación

t = Tiempo de drenaje

D = Longitud del camino de drenaje o distancia de salida del agua al cambio de presiones.

Si T es mayor de 3 la condición es drenada.

Si T es menor de 0.01 la condición es no drenada.

Si T está entre 0.01 y 3.0 ocurre drenaje parcial durante el tiempo de cambio de cargas.

En este caso deben analizarse ambas condiciones. El caso drenado y el caso no drenado.

2.4.2.1.3 Resistencias al cortante

La resistencia al cortante para utilizar en los análisis puede ser medida de dos formas:

- a. En el laboratorio o en ensayos de campo, en tal forma que las cargas aplicadas, sean lo suficientemente lentas para que se produzca drenaje.
- b. En el laboratorio utilizando ensayos consolidados no drenados. Las envolventes de falla determinadas usando estos dos métodos se han encontrado que son las mismas para todos los fines prácticos³.

Estudios realizados por Skempton revelan que las resistencias drenadas pico de arcillas sobre consolidadas duras, son mayores en el laboratorio que las resistencias drenadas que pueden ser movilizadas en el campo en un periodo de tiempo.

2.4.2.2 Equilibrio límite y factor de seguridad

El análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación.

El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.

El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han mejorado los sistemas de Dovelas desarrollados a inicios del siglo XX y existe Software muy fácil de utilizar. Generalmente, los métodos son de iteración y cada uno de los métodos posee un cierto grado de precisión.

³ Bishop y Bjerrum, 1960.

El Factor de Seguridad es empleado por los Ingenieros para conocer cual es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

Fellenius (1927) 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:

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante}}{\text{Esfuerzo al cortante}}$$

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

$$F.S. = \frac{\text{Momento Resistente}}{\text{Momento actuante}}$$

Existen, además, otros sistemas de plantear el factor de seguridad, tales como la relación de altura crítica y altura real del talud y método probabilístico.

La mayoría de los sistemas de análisis asumen un criterio de “equilibrio límite” donde el criterio de falla de Coulomb es satisfecho a lo largo de una determinada superficie. Se estudia un cuerpo libre en equilibrio, partiendo de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio. Calculada esta fuerza resistente, se compara con la disponible del suelo o roca y se obtiene una indicación del Factor de Seguridad.

Otro criterio es el de dividir la masa a estudiar en una serie de tajadas, dovelas o bloques y considerar el equilibrio de cada tajada por separado. Una vez realizado el

análisis de cada tajada se analizan las condiciones de equilibrio de la sumatoria de fuerzas o de momentos.

$$F.S. = \frac{\Sigma \text{Resistencias al corte}}{\Sigma \text{Esfuerzos al cortante}}$$

2.4.3 Control de aguas superficiales y subterráneas

2.4.3.1 Introducción

Los métodos de estabilización de deslizamientos que contemplen el control del agua, tanto superficial como subterránea son muy efectivos y son generalmente, más económicos que la construcción de grandes obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, considerada como el principal elemento desestabilizante de los taludes. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia del talud al disminuir la presión de poros.

Existen varias formas de drenaje, superficial y profundo. El objetivo principal de estos métodos es el de disminuir la presión de poros y en esa forma aumentar la resistencia al corte y eliminar las fuerzas hidrostáticas desestabilizantes. El factor de seguridad de cualquier superficie de falla que pasa por debajo del nivel de agua puede ser mejorado por medio de subdrenaje.

2.4.3.2 Sistemas de control de aguas

Los sistemas más comunes para el control del agua son:

1. Zanjas de coronación o canales colectores (Drenaje Superficial).
2. Cortinas subterráneas.
3. Drenes interceptores.
4. Subdrenes horizontales o de penetración.

5. Galerías y túneles de drenaje.
6. Drenes verticales.
7. Trincheras estabilizadoras.
8. Pantallas de drenaje.
9. Pozos de drenaje.

La efectividad de los sistemas varía de acuerdo a las condiciones hidrogeológicas y climáticas.

En cualquier sistema de subdrenaje el monitoreo posterior a su construcción es muy importante, deben instalarse piezómetros antes de la construcción de las obras de control que permitan observar el efecto del subdrenaje y a largo plazo dar información sobre la eficiencia del sistema, el cual puede ser deteriorado por taponamiento o desgaste.

El volumen de agua recolectada no es necesariamente un indicativo de su efecto, debido a que en suelos poco permeables, se puede obtener una reducción muy importante en las presiones de poro y por lo tanto un aumento en el factor de seguridad, con muy poco flujo de agua hacia el sistema de subdrenaje.

En masas de roca el flujo de agua generalmente, está determinado por las juntas y por lo tanto cualquier sistema de drenaje debe estar destinado a interceptarlas.

2.4.3.3 Drenaje superficial

El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión.

El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro

lejos del deslizamiento. El agua de escorrentía debe en lo posible, desviarse antes de que penetre el área del deslizamiento. Esto puede lograrse con la construcción de zanjas interceptoras en la parte alta del talud, llamadas zanjas de coronación. No se recomienda en problemas de taludes la utilización de conducciones en tubería por la alta susceptibilidad a agrietarse o a taponarse, generando problemas de infiltración masiva concentrada.

Por otro lado el agua que cae por lluvias directamente sobre la superficie del talud, debe ser evacuada lo más rápidamente posible, evitando al mismo tiempo que su paso cause daños considerables al talud, por erosión, almacenamientos e infiltraciones; perjuicios que pueden ser evitados, tratando el talud con una serie de medidas que favorezcan el drenaje.

Entre las más utilizadas son: sellado de grietas con arcilla e imprimación del talud con asfalto, recubrimiento con plásticos, recubrimiento parcial o total con enrocado, conformación y nivelación para evitar o eliminar depresiones y alcantarillas superficiales.

En ocasiones es importante la construcción de medidas temporales de drenaje superficial después de ocurrido un deslizamiento para evitar su ampliación o aceleración. Estas obras pueden consistir en diques o canales de bolsas de polipropileno o fibras vegetales rellenas de suelo.

2.4.3.4 Caudal de escorrentía

La escorrentía recogida depende de varios factores, los cuales incluyen: Intensidad de la lluvia, área de drenaje, pendiente y longitud de los taludes a drenarse, naturaleza y extensión de la vegetación o cultivos, condiciones de la superficie y naturaleza de los suelos subsuperficiales.

Generalmente se recomienda para diseño de obras de drenaje taludes, la utilización del método racional para calcular las cantidades de agua recogida, debido a que los caudales calculados por la fórmula racional tienen intrínsecamente un factor de seguridad mayor que otros métodos.

$$Q = \frac{KiA}{3.600}$$

Donde:

Q = Caudal recolectado (litros/seg.).

i = Intensidad de Lluvia de diseño (mm/hora, la cual depende del tiempo de concentración.

A = Área a drenar (m²).

K = Coeficiente de escorrentía.

Para taludes, la Geotechnical Engineering Office (1984) recomienda utilizar un K =1.0, el cual representa una sobreestimación de la escorrentía pero es muy efectiva para tener en cuenta los procesos de sedimentación de los sistemas, especialmente por la presencia de bloques o cantos.

El área de drenaje debe determinarse por medio de un plano con líneas de nivel, definiendo los bordes topográficos de las áreas que aportan agua al sistema de drenaje.

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo tomado por el agua desde el extremo superior del área de drenaje hasta el punto de colección. El tiempo de concentración puede calcularse utilizando la ecuación modificada de Bransby - Williams:

$$t = 0.14464 \left[\frac{L}{H^{0.2} A^{0.1}} \right]$$

Donde:

t = Tiempo de concentración (min.)

A = Área de drenaje (m²).

H = Caída promedio (metros por cien metros) desde la parte más alta del área a drenar hasta el punto de diseño.

L = Distancia en metros medida sobre la línea natural de flujo entre el punto de diseño y el punto de drenaje que toma el tiempo más largo en llegar a la sección de diseño.

Especial atención debe darse a las corrientes que han sido canalizadas o modificadas y por lo tanto se ha disminuido el tiempo de concentración.

Como la intensidad media de la lluvia disminuye con la duración, la mayor colección de flujo ocurre cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración. Para el diseño de obras en taludes, se recomienda diseñar con base en un periodo de retorno de 200 años, de acuerdo a las recomendaciones del Geotechnical Engineering office, de Hong Kong.

Es muy importante para el correcto diseño de las obras de drenaje superficial, que se realice un estudio muy completo de la información hidrológica existente para determinar lo más exactamente posible el aguacero máximo esperado.

La mayoría de los diseños de obras de drenaje superficial en taludes, que se realizan con procedimientos totalmente empíricos dan como resultado obras insuficientes con secciones que no son capaces de manejar los caudales de agua que se concentran en las coronas de los taludes.

2.4.3.5 Canales o zanjas de corona

Las zanjas en la corona o parte alta de un talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud.

La zanja de coronación no debe construirse muy cerca al borde superior del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes o de una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos ya producidos; o se produzca la falla de la corona del talud.

Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada. Sin embargo se anota que a pesar de lograrse originalmente una impermeabilización, con el tiempo se producen movimientos en el terreno que causan grietas en el impermeabilizante y por lo tanto infiltraciones que conllevan a una disminución de la resistencia del suelo y por ende a su falla.

La recomendación de impermeabilizar se debe adicionar con un correcto mantenimiento. Se sugiere que al menos cada dos años se deben reparar las zanjas de coronación para impermeabilizar las fisuras y grietas que se presenten.

2.4.4 Lluvias, Presión de Poros y sus Efectos

2.4.4.1 Introducción

El agua es el factor que más comúnmente se le asocia con las fallas de los taludes en zonas tropicales, debido a que la mayoría de los deslizamientos ocurren después de lluvias fuertes o durante periodos lluviosos y el control del agua subterránea es uno de los sistemas más efectivos para la estabilización de deslizamientos.

La relación agua/deslizamientos ha sido estudiada por una gran cantidad de investigadores.

En el presente texto se describen los diferentes factores de tipo hidrológico que afectan la ocurrencia de deslizamientos de tierra.

2.4.4.2 Régimen de lluvias

La precipitación es el volumen o altura de agua lluvia que cae sobre un área en un período de tiempo, la cual tiene una influencia directa en la infiltración y en el régimen del agua subterránea, y a su vez afecta la estabilidad de taludes o laderas.

La precipitación promedio es muy superior en las zonas tropicales que en el resto del mundo. Estas lluvias son asociadas principalmente, con agrupaciones de nubes que ocurren en la zona de convergencia de vientos.

Generalmente estas agrupaciones de nubes arrastradas por los vientos cubren áreas de varios miles de kilómetros cuadrados.

El estudio de la precipitación para analizar su efecto sobre los taludes puede realizarse desde varios puntos de vista.

2.4.4.2.1 Lluvias promedio y máximas anuales

Generalmente, las áreas de mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad de laderas, acuíferos colgados con mayores caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados.

2.4.4.2.2 Régimen de lluvias

Cada región posee un sistema de lluvias que se repite en forma similar cada año. Es común encontrar áreas donde ocurren dos períodos de lluvia con dos períodos secos, o una sola temporada de lluvias con un período seco.

En la mayoría de las zonas tropicales el período de los meses de Diciembre y Enero es seco.

El régimen de lluvias de una región determinada puede ser diferente al de un sitio específico dentro de la misma región, especialmente en zonas de alta montaña y se debe en lo posible, obtener la información precisa de las lluvias en el sitio del talud a estudiar.

2.4.4.2.3 Aguaceros Torrenciales

Es común en las zonas de montaña, la ocurrencia de aguaceros de gran magnitud en un período de tiempo de una o pocas horas.

En el factor precipitación se debe tener en cuenta la intensidad de la máxima lluvia o de las lluvias más fuertes en una hora, en un día, mes o año y en algunas ocasiones la cantidad de lluvia en períodos menores a una hora.

Debe diferenciarse el caso de zonas de precipitación alta permanente, en las cuales el nivel de agua freática es alto y constante y un corte del terreno puede producir la falla casi inmediata del talud; y el caso de lluvias esporádicas o épocas de lluvias intensas, en donde el suelo no saturado es saturado de repente, produciéndose la falla.

En numerosos estudios se ha comprobado que el movimiento de un talud puede depender de la ocurrencia de lluvias. Para la falla de un talud puede requerirse una época de lluvias muy larga o puede ser suficiente un solo aguacero.

2.4.4.2.4 Lluvias Acumuladas

La ocurrencia de lluvias, durante varios días consecutivos o con pocos días de diferencia, puede producir fenómenos de acumulación de agua subterránea, debido a que el talud no ha drenado el agua infiltrada de una lluvia cuando ocurre la siguiente y se produce un fenómeno de acumulación progresiva y ascenso del nivel freático.

2.4.4.2.5 Ciclo hidrológico en el talud

Parte de la lluvia se infiltra y parte corre por la superficie como escorrentía.

Precipitación = Evapotranspiración + Escorrentía + Flujo subterráneo + cambio de humedad en el suelo + Acumulación de agua subterránea en los acuíferos.

El flujo subterráneo y los cambios en la cantidad de agua acumulada son críticos para la estabilidad de un talud, debido a que ellos controlan el balance hidrológico que puede alterar el grado de saturación y la elevación del nivel freático.

La respuesta del régimen de aguas subterráneas a las lluvias es diferente de acuerdo al talud, la formación geológica y las características ambientales.

Existe una respuesta inmediata a la lluvia por infiltración en las zonas cercanas al talud y una respuesta regional por las lluvias infiltradas en toda el área de aferencia alrededor del talud.

En ocasiones, la respuesta regional puede tomar varios meses en presentarse, debido al recorrido que el agua realiza desde el sitio de infiltración.

2.4.4.2.1 Intensidad de lluvia que produce deslizamientos

En estudios realizados en Puerto Rico, (Larsen y Simmon, 1992) se encontró que la intensidad de lluvia (I mm/h) que produce deslizamiento depende de la duración de la lluvia (D horas) de acuerdo a la expresión:

$$I = 91.46 D - 0.82$$

De acuerdo con estas investigaciones, en tormentas que tienen duraciones de hasta 10 horas, los deslizamientos no ocurren hasta que la intensidad alcanza valores tan altos como hasta tres veces la intensidad reportada para producir deslizamientos en áreas no tropicales.

2.4.4.2.2 Tiempo de lluvia que produce deslizamientos

El tiempo que se requiere para que una lluvia produzca un deslizamiento es mayor en una arcilla que en un material arenoso (Alonso, 1995), debido a las diferencias de infiltración. Este tiempo es inversamente proporcional a la permeabilidad para valores constantes de los demás parámetros.

2.4.4.3 La humedad superficial

La humedad de la superficie del terreno define factores tales como los porcentajes de escorrentía e infiltración y en algunas ocasiones el comportamiento de los taludes.

La humedad superficial está controlada por:

1. Características topográficas de la pendiente de los taludes.
2. Tipo de suelo.
3. Características climáticas.
4. Vegetación.

La humedad del suelo en la superficie del terreno puede determinar la posibilidad de agrietamiento de tensión en ciertos suelos arenarcillosos y arenolimosos muy susceptibles a efectos de cambios de humedad. Este fenómeno es común en terraplenes de carreteras.

En términos generales, los factores ambientales y físicos que determinan el comportamiento de la infiltración dependen en buena parte de los 40 centímetros de suelo más superficial (Bilz, 1995).

2.4.4.4 La infiltración

La infiltración se define como el movimiento del agua desde la superficie del terreno hacia el suelo o roca por los poros o intersticios y discontinuidades de la masa térrea. El porcentaje de infiltración corresponde a la proporción de lluvia que se infiltra.

La infiltración a su vez puede dividirse entre aquella parte que contribuye a aumentar el contenido de agua de la zona no saturada y aquella que recarga el sistema saturado de agua subterránea.

La lluvia sobre la superficie de la tierra puede conducir a dos condiciones diferentes de frontera:

- a) Superficie del talud inundada. La intensidad de la lluvia en este caso es mayor que la cantidad de agua que puede infiltrarse dentro de la tierra. Por lo tanto, solamente parte de la lluvia se infiltra y el resto se convierte en escorrentía. En este caso, la condición de frontera es que la succión en la superficie del terreno es igual a 0 equivalente a la saturación del 100%.

- b) Infiltración controlada. La intensidad de la lluvia es menor que el flujo máximo de agua que se puede infiltrar en el talud. En este caso, la infiltración es controlada por la intensidad de la lluvia:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Intensidad de la lluvia.}$$

La cantidad de agua que penetra o se infiltra en la tierra queda determinada por varios factores:

1. Cantidad, intensidad y tipo de precipitación.
2. Ritmo de precipitación. Cuanto más rápidamente cae la lluvia, menos agua penetra, pues se satura la superficie del terreno y no permite la infiltración rápida. Entre más lenta la lluvia, habrá más infiltración y menos escorrentía.
3. Pendiente superficial. La infiltración es mayor en terrenos más planos a los que corresponde velocidades de escurrimiento superficial menores.
4. La permeabilidad de los suelos y las rocas.
5. La estructura de suelos y rocas, especialmente en lo que se refiere a fracturación, estratigrafía y la secuencia de los estratos permeables y los impermeables. El tipo de material o suelo del talud va a determinar la infiltración relacionada con la succión y la permeabilidad.
6. Cantidad y tipo de vegetación.

Para determinar la cantidad de agua infiltrada es conveniente realizar un ensayo de infiltración.

En esta prueba el agua es suministrada a una superficie expuesta a una rata controlada y el volumen total de agua infiltrada en varios intervalos de tiempo, es infiltrada contra el tiempo. En este ensayo se puede obtener, además, la permeabilidad de los materiales.

2.4.5 Vulnerabilidad a los riesgos naturales

2.4.5.1 Introducción

La expansión del comercio es un tema prioritario para los países Americanos en el contexto del fortalecimiento de la democracia, la ampliación de mercados libres y el desarrollo económico sostenible, facilitando la creación de nuevos productos, empleos, inversiones y exportaciones.

Los corredores de comercio son una manifestación concreta de dicha prioridad y el transporte es el sector para promover el intercambio de bienes y servicios a través de los corredores de comercio.

En muchos casos, la ubicación óptima de un corredor de comercio depende de información crítica sobre el grado de vulnerabilidad a ciertos peligros naturales, este factor debería ser parte de las decisiones de planificación de la infraestructura vial y bajo este concepto y en, apoyo a los Estados miembros la OEA está desarrollando herramientas de gestión ambiental para lograr el desarrollo sostenible de corredores de comercio.

Más del 80% de los fondos nacionales presupuestados para el sector transporte terrestre se gastan en la reparación y mantenimiento de caminos expuestos, en mayor parte, a inundaciones, terremotos, deslizamientos erupciones volcánicas y violencia popular, entre, otros eventos naturales.

El resultado anual del impacto de estos peligros naturales son decenas de millones de dólares de pérdidas directas, indirectas y secundarias (incluyendo costos de transportación más altos).

Más aun, las demoras causadas por los estragos se ven agudizadas por las políticas de las propias autoridades nacionales y la complejidad del trámite para obtener permisos de tránsito en zonas fronterizas. Para asegurar un servicio de transporte y eficiente, es necesario enfrentar

La OEA desarrolla desde hace más de diez años el concepto de vulnerabilidad a los peligros naturales, es decir, la influencia o impacto del medio ambiente sobre el proyecto.

2.4.5.2 Definiciones

Por razones de síntesis, trataremos de esquematizar los principales conceptos sobre este aspecto.

2.4.5.2.1 Evento: Proceso natural por el que un factor ambiental participa como protagonista de una situación ambiental.

2.4.5.2.2 Fenómeno: Evento natural, excepcional, de proporciones, en circunstancias o intensidad no usuales para la región de ocurrencia.

2.4.5.2.3 Peligro: Posibilidad de ocurrencia de fenómenos que pueden conducir a un desastre natural en una región.

2.4.5.2.4 Riesgo: Posibilidad cierta e inmediata de que el patrimonio humano sea afectado de alguna manera por un fenómeno natural.

2.4.5.2.5 Desastre: Situación localizada de daño al patrimonio humano provocada por un fenómeno natural incontrolable y generalmente imprevisto.

El peligro natural genera la posibilidad de que, a consecuencia del evento o fenómeno natural, provoque pérdidas económicas y humanas.

Un peligro natural tiene elementos de participación humana. Estos pueden ser:

- * Propiamente naturales y parte por efecto de la acción del hombre.
- * Parte naturales y parte por efecto de la acción del hombre.

En los primeros, el hombre no participa, ni puede hacerlo, en la generación del fenómeno o peligro (por Ej.: vulcanismo, sismos, etc.).

En los segundos, alguna participación humana existe (por Ej.: inundaciones, sequías).

La intervención humana puede:

- * Aumentar la frecuencia y severidad de los eventos o fenómenos naturales.
- * Originar amenazas naturales donde no existían antes.
- * Reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales.

Vulnerabilidad (generalmente referida al patrimonio material). Aspectos y grados de probable afectación del patrimonio humano en relación a un peligro natural.

Fenómeno natural:

- a) Bien vulnerable —————> peligro natural
- b) Bien no vulnerable —————> fenómeno natural

2.4.5.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un determinado elemento o grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud determinada. (Varnes 1984).

El análisis de vulnerabilidad requiere de un conocimiento detallado de la densidad de población, infraestructura, actividades económicas y los efectos de un determinado fenómeno sobre estos elementos en riesgo.

La vulnerabilidad es afectada por la naturaleza del sitio, si está arriba o abajo el deslizamiento, y la naturaleza del elemento en riesgo.

La velocidad del movimiento también afecta la vulnerabilidad, a mayores velocidades generalmente, las vulnerabilidades son mayores. Esto puede conducir a diferentes grados de daño en el camino o trayectoria de un deslizamiento.

Para estructuras y personas, a mayor profundidad del deslizamiento, generalmente el daño es mayor y la vulnerabilidad mayor.

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento expresado en una escala de 0 a 1:

$$V = V_s \times V_t \times V_l.$$

V_s = Probabilidad del impacto espacial del deslizamiento sobre el elemento.

V_t = Probabilidad en el tiempo (donde se encuentre el elemento durante el impacto).

V_l = Probabilidad de pérdida de vida o proporción del valor del elemento.

Para valorar la vulnerabilidad debe tenerse en cuenta el tipo, proximidad y distribución espacial de las facilidades afectadas o población, grado de protección ofrecida a las personas por la naturaleza de la facilidad, escala o volumen probable de la falla, grado de prevención o alarma, velocidad del movimiento y su respuesta, así como la posibilidad de efectos secundarios.

Finlay (1997) presenta un ejemplo de un enfoque directo donde los valores de vulnerabilidad son asignados directamente por referencia a los datos históricos, pero sin consideración de los diversos componentes que afectan la vulnerabilidad. Se asignan valores de 0 a 1 de acuerdo a la experiencia histórica que se tiene en el manejo de una determinada amenaza.

2.4.5.4 Situación en nuestro país

Haciendo un poco de historia, los desastres más recientes que han producido grandes pérdidas económicas en nuestro país son: por ejemplo el terremoto de Ambato 1949, el terremoto de Loja, el terremoto de Esmeraldas, las sequías de la región Sur, las inundaciones acaecidas en el Litoral Ecuatoriano en el periodo 82-83, los deslaves ocurridos en Chunchi, las avalanchas ocurridas en la zona de Quito, el terremoto del Oriente 1986, deslizamiento de la Josefina 1994, terremoto de Pujilí 1996 etc.

Las zonas de producción agrícola quedaron afectadas notoriamente, hechos que contribuyeron notablemente a detener el desarrollo social y económico de nuestro país, dejando prácticamente en cero la inversión que con mucho sacrificio se había realizado para dotar a esas zonas de una infraestructura adecuada.

El hecho descrito pone de manifiesto que una falta de previsión y la observación nada sería de los desastres que pueden ocurrir con la presencia de fenómenos naturales extraordinarios, conlleva una falta de seguridad para la supervivencia y grandes

pérdidas económicas que no solo detienen sino eliminan todo intento de dotar de bienestar y prosperidad a los habitantes de dichas áreas.

El ámbito del presente trabajo, es la de tratar de esbozar una idea sobre los tipos de desastres que pueden ocurrir, las acciones que producen, los riesgos que su ocurrencia conlleva, los parámetros que nos pueden ayudar a predecirlos, con el objeto de estimar algunas soluciones técnicas que ayuden a atenuar, sino es posible eliminar los riesgos que son producto de estos desastres.

También es importante señalar, que se trata de atraer la atención de las autoridades involucradas en promover el desarrollo económico y social, con el objeto de que se preocupen por destinar los fondos a realizar estudios más profundos sobre estos fenómenos, en razón de la incidencia que los destrozos traen sobre los programas de desarrollo.

2.5 HIPÓTESIS

¿Incide de la Erosión Fluvial y Pluvial en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual está situada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza?

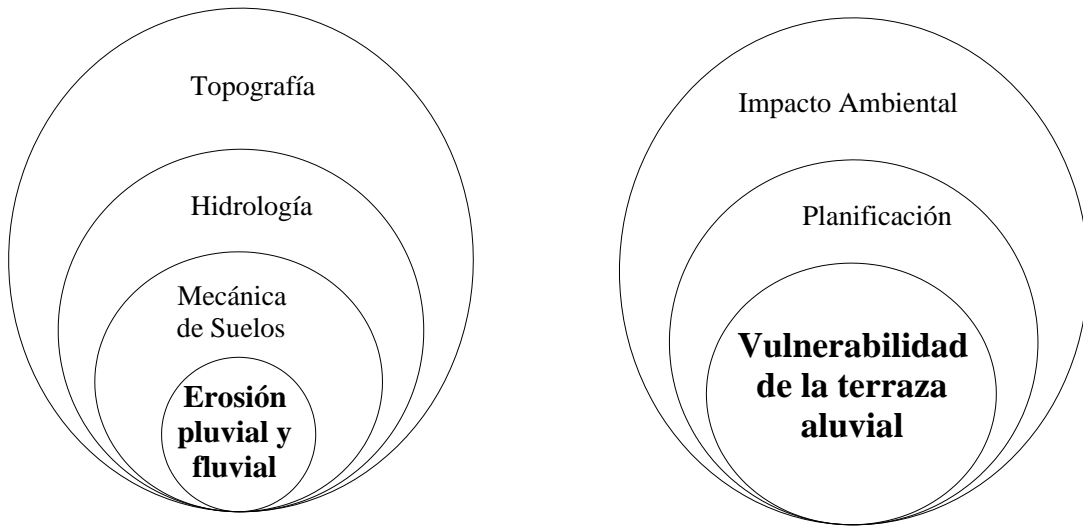
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable Dependiente

Vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual está situada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza.

Variable Independiente

La Erosión Fluvial y Pluvial



CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es de tipo Cualitativo y Cuantitativo. Cualitativo porque busca una comprensión de los hechos, observación es materialista, perspectiva desde adentro, está orientado al descubrimiento de la hipótesis y a su vez participativa con la comunidad; y es Cuantitativa porque busca las causas y explicación de los hechos, asume una realidad estable, utiliza las normas y también explica las técnicas empleadas en la investigación.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Modalidad

Los resultados obtenidos de la investigación servirán para solucionar el problema de la erosión pluvial y fluvial que incide en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre lo cual está asentada la ciudad de Mera provincia de Pastaza en el período 2011.

Modalidad de campo

En la modalidad de campo nos permitirá recolectar datos específicos y necesarios para el desarrollo de la investigación tales como: muestras de suelo, datos hidrológicos, encuestas, etc.

Modalidad de laboratorio

La modalidad de laboratorio arrojará resultados de las muestras obtenidas en el campo, los mismos que serán de gran importancia para poder determinar resistencia del suelo y el grado de socavación.

Modalidad Experimental

En la modalidad experimental se planteará las soluciones necesarias para la estabilidad del talud.

3.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Nivel Exploratorio

En este primer nivel se generará un estudio poco estructurado del problema de la erosión pluvial y fluvial incide en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre lo cual está asentada la ciudad de Mera provincia de Pastaza, para lo cual se pudo tentativamente plantear varias hipótesis al problema.

3.3.2 Nivel Descriptivo

Dentro del nivel descriptivo de la investigación se lo determinará con preguntas directrices y se determina una hipótesis de trabajo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Para este trabajo se considerará como población a todos los habitantes de la Ciudad de Mera.

Según el censo del 2010 realizado por el INEC, la población de la parroquia Mera (urbana) es de 669 habitantes, de los cuales 331 son hombres y 338 son mujeres.

3.4.2 Muestra

El número de encuestados o de tamaño de muestra en el presente proyecto, fue calculado utilizando la siguiente fórmula estadística, utilizada para determinar el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N}{E^2(N-1) + 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población

E = Error de muestreo 5%

$$n = \frac{339}{(0.05)^2(339-1) + 1}$$

$$n = 184$$

3.4.3 Técnicas e Instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Encuesta	Cuestionario

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: Erosión pluvial y fluvial				
Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas
Es la acción de desgaste ocasionado por las aguas de ríos y precipitaciones.	Desgaste	Caudal	¿Cuál es el valor del caudal que produce el desgaste?	Cuaderno de notas
		Socavación	¿Qué grado socavación está produciendo el río?	Observación
	Precipitaciones	Intensidad	¿Cuáles son las máximas intensidades pluviométricas?	Procesamiento estadístico/Estudio de datos
Variable Dependiente: Vulnerabilidad de la terraza aluvial				
Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas
Predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida.	Susceptible	Seguridad	¿Qué tan seguro se siente en la zona?	Entrevista
		Economía	¿Cuál sería la pérdida económica?	Entrevista

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información se realizará a través de encuestas que permitirá obtener toda la información necesaria para la realización del proyecto.

3.6.1 Plan de Recolección de Información

Preguntas Básicas	Explicación
1.- ¿Para qué?	Determinar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial donde está asentada la ciudad de Mera.
2.- ¿Cuáles son las poblaciones?	La población que va a ser investigada son los habitantes de la ciudad de Mera.
3.- ¿Quién o quiénes ejecutarán?	María Cristina Ochoa Villacreses
4.- ¿Cuándo se realizará la investigación?	Se realizará el mes de Marzo
5.- ¿Dónde?	En el Centro de la Ciudad de Mera
6.- Frecuencia de aplicación	184 personas
7.- ¿Qué técnicas de recolección?	Observación Individual Campo
8.- ¿Con que instrumentos?	Encuestas Lista de cotejo Lista de datos Fotografías

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

3.7.1 Plan de Procesamiento de la Información

Al concluir el trabajo de investigación se procederá a elaborar la respectiva propuesta, la misma que constará de cálculos, planos, presupuesto.

La información recopilada por el ejecutor de la propuesta será bajo asesoramiento profesional y con ayuda de varios colaboradores, dicha información estará sometida a revisión y procesada en diversas etapas.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para la ejecución del proyecto se ha visto en la necesidad de recolectar información en el lugar de estudio, la cual nos será de mucha ayuda en la ejecución del proyecto.

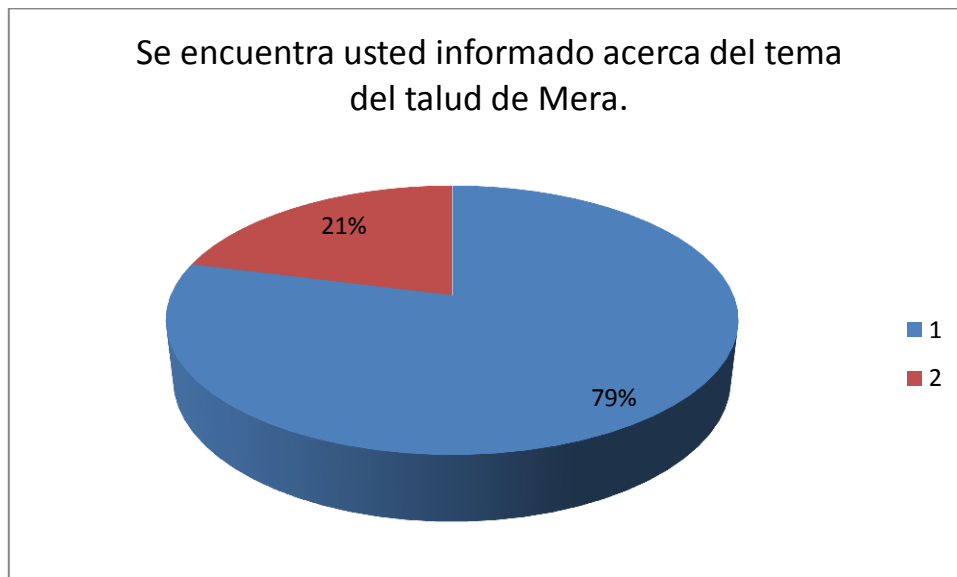
Tal como se indica en el capítulo anterior, la recolección de esa información para el presente proyecto fue realizada través de una encuesta puerta a puerta en la Ciudad de Mera, mediante el cual se pudo verificar la necesidad de determinar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial donde está asentada la ciudad de Mera.

Sobre la base de los antecedentes analizados, se realizaron encuestas a 184 habitantes de ambos sexos, en el mes de Abril del presente año.

A continuación se presenta una evaluación de cada una de las preguntas formuladas am los pobladores del Cantón Mera, conforme a la encuesta que consta en el ANEXO.

- ✓ Pregunta 1. Se encuentra usted informado acerca del tema del talud de Mera:

Alternativas		Frecuencia (hab.)	Porcentaje (%)
1	Si	131	79
2	No	53	21
TOTAL		184	100

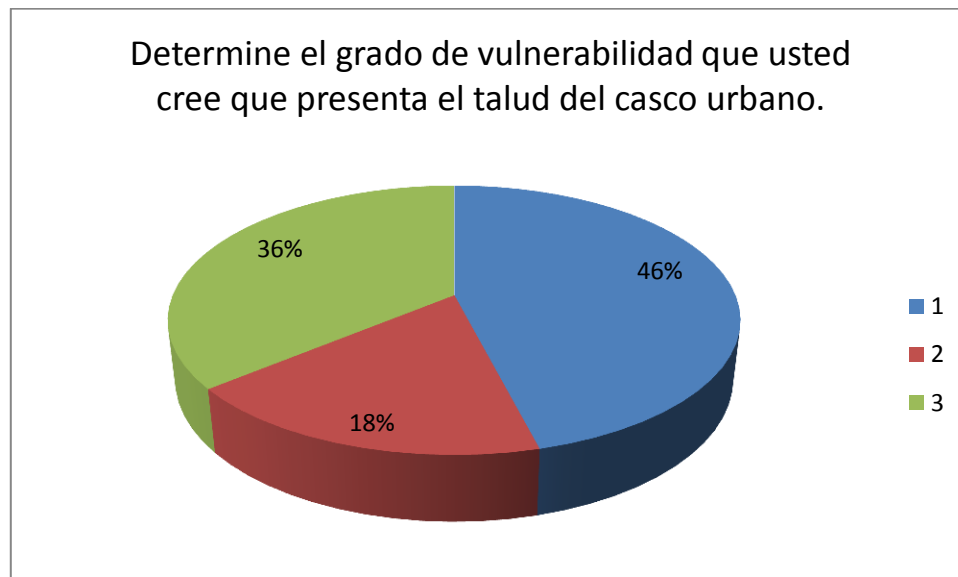


Análisis e interpretación

El 79% de la población está informada acerca del problema de la erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual se asienta da ciudad de Mera, el 21% restante no conoce nada acerca del tema.

- ✓ Pregunta 2. Determine el grado de vulnerabilidad que usted cree que presenta el talud del casco urbano:

Alternativas		Frecuencia (hab.)	Porcentaje (%)
1	Bajo	85	46
2	Medio	33	18
3	Alto	66	36
TOTAL		184	100

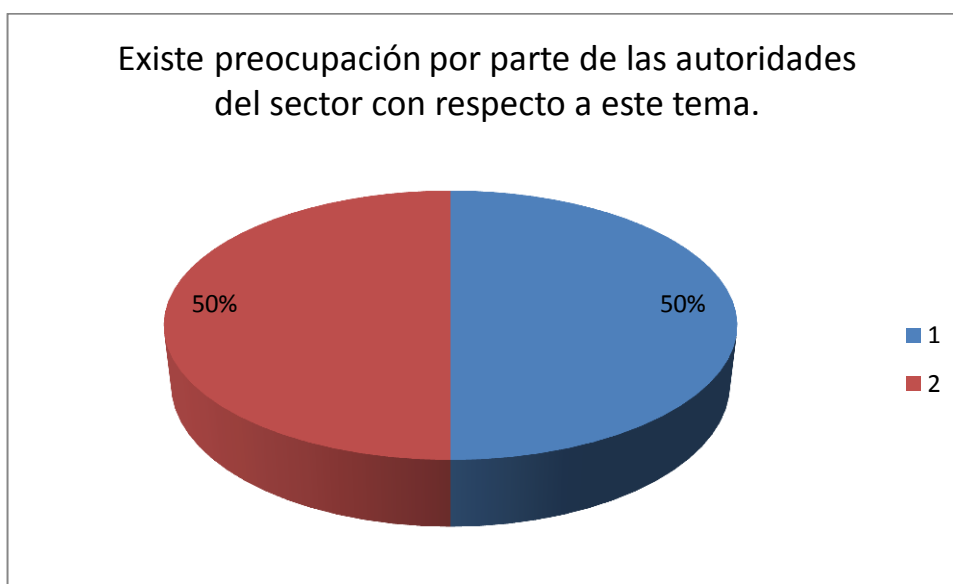


Análisis e interpretación

De acuerdo al criterio de la población han calificado la vulnerabilidad del talud con criterios muy divididos. Deduciendo que la población si tiene una idea del problema que presenta el talud de Mera.

- ✓ Pregunta 3. Existe preocupación por parte de las autoridades del sector con respecto a este tema:

Alternativas		Frecuencia (hab.)	Porcentaje (%)
1	No	92	50
2	Si	92	50
TOTAL		184	100

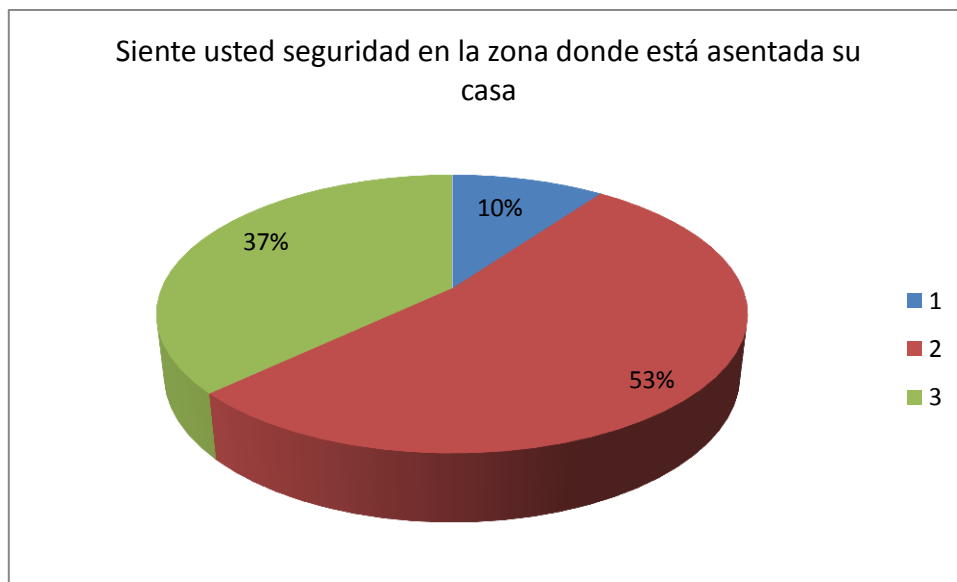


Análisis e interpretación

El 50% de la población dijo que no habido ningún interés por parte de las autoridades y la otra parte afirmó que ya existe preocupación y ya se están tomando medidas sobre el problema.

- ✓ Pregunta 4. Siente usted seguridad en la zona donde está asentada su casa:

	Alternativas	Frecuencia (hab.)	Porcentaje (%)
1	Ninguna	18	10
2	Mucha	98	53
3	Poca	68	37
	TOTAL	184	100



Análisis e interpretación

En la pregunta referente a la seguridad que ellos sienten en la zona donde está asentada su casa ha tenido los siguientes resultados:

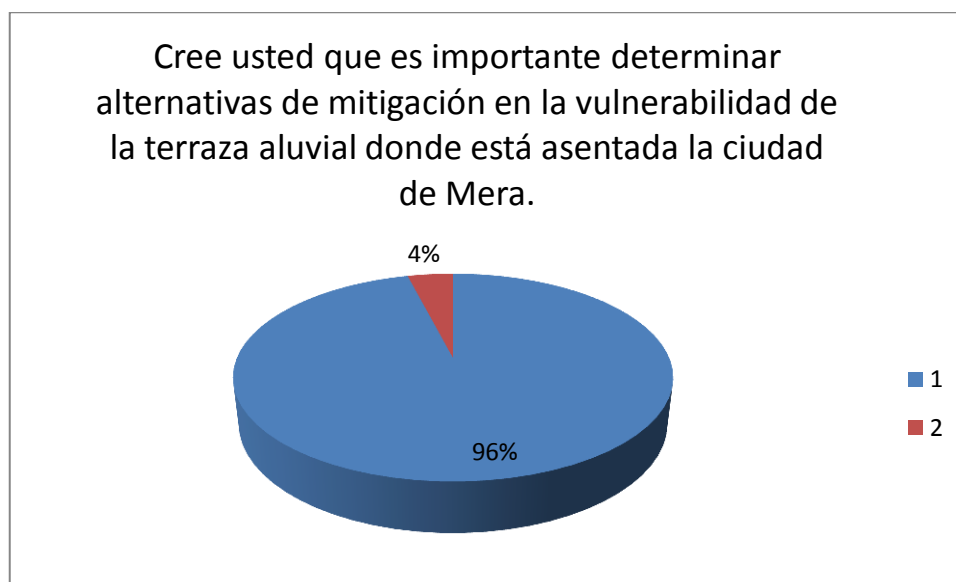
El 10% no se siente seguro en el lugar donde vive.

El 53% siente poca seguridad ante este problema.

El 37% de la población está completamente segura en el sector donde vive.

- ✓ Pregunta 5. Cree usted que es importante determinar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial donde está asentada la ciudad de Mera.

Alternativas		Frecuencia (hab.)	Porcentaje (%)
1	Si	177	96
2	No	7	4
TOTAL		184	100



Análisis e interpretación

El 96% de la población determino la importancia de tomar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial donde está asentada la ciudad de Mera. El 4% considera que no es necesario tomas medidas de prevención.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

De los resultados de la encuesta se deduce que la población de Mera si se encuentra informado del tema de la erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial.

Con respecto a la seguridad que la población siente en la zona tenemos porcentajes muy divididos, pocos son los que se sienten realmente seguros debido a que sus casas no están construidas al borde del talud, pero muchas personas observan y sienten el peligro inminente sobre todo en época de lluvias los deslizamientos se observan con frecuencia.

El proyecto se realizará a través de una correcta interpretación de los datos geológicos y geotécnicos, proporcionados de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos, que nos permitirán conocer la situación y características del sector.

Mediante un registro climatológico INAMHI, (ver ANEXO Estación meteorológica M008/Puyo), se podrá determinar la precipitación e intensidad de lluvias del sector para poder realizar un diseño adecuado de drenaje.

La fotografía aérea nos ayuda a comprender de una mejor manera el área en estudio, a través de ella se pueden hacer diversos análisis que nos ayudarán a formar un mejor criterio del área en estudio (ver ANEXO figura 1).

En el presente caso, las fotografías aéreas revelan que han ocurrido deslizamientos en esta área (ver ANEXO figura 2). Además, existen otros lugares propensos a sufrir erosiones, por lo que se deberá implementar medidas de mitigación para evitar que llegue a suceder.

Con ayuda de las fotografías también se pueden describir las características del cauce y las diferentes condiciones de la corriente, como podemos ver (ANEXO figura 3), la corriente es recta con una ligera desviación en la parte de la terraza aluvial donde se encuentra ubicado el teleférico.

La población ha considerado muy importante el determinar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial.

Mediante este análisis podemos determinar que existe preocupación por parte de la población de Mera y en vista de eso considero de gran importancia realizar el estudio de este proyecto.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

A través de las encuestas realizadas a cada una de los habitantes de las viviendas de la ciudad de Mera, provincia de Pastaza, registros fotográficos, antecedentes técnicos verificamos que hay la necesidad por parte de la población de determinar medidas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Con un previo análisis de la información recopilada determinamos la necesidad de diseñar un plan de mitigación para la estabilizar el talud sobre la cual está asentada la ciudad de Mera. Con la información obtenida de han llegado a las siguientes conclusiones:

5.1.1 Con la revisión de datos del INAMHI se pudo determinar la alta pluviosidad del sector, siendo la lluvia uno de los principales enemigos en la estabilización produciendo erosión en la terraza aluvial.

5.1.2 Los niveles de socavación en el pie del talud son generados por dos aspectos importantes: el primero que es por el tipo de suelo que está conformado la terraza aluvial y en segundo lugar debido a la morfología del cauce y la escorrentía que llega a la red hidrográfica de la cuenca dando lugar a caudales máximos.

5.1.3 La población se encuentra asentada al borde del talud y además existe un teleférico, por lo cual no se han tomado las distancias que se deberían haber guardado en el momento de realizar las edificaciones afectando en la estabilidad del talud debido a que ocasionan un peso extra al terreno.

5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 Es necesario que exista una adecuada red de drenaje para las aguas pluviales y se ha considerado importante construir cunetas de coronación, mediante cálculos de canales.

5.2.2 Se recomienda la protección del pie del talud causada por la erosión del río; con el diseño de los gaviones considerando que responden muy bien en un medio húmedo, ya que el agua se filtra a través de la piedra del relleno de los mismos y no hay presión ocasionada por el agua, el material se lo puede conseguir en el mismo lugar, no requieren de una mano de obra calificada por lo que los mismos pobladores pueden construirlos luego de recibir capacitación.

5.2.3 Debido a que no se ha previsto distancias recomendadas entre el talud y la construcción y por los continuos deslizamientos, es recomendable realizar un plan de riesgo del sector para poder controlar los posibles desastres que puedan ocurrir.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Mera

La parroquia de Mera hoy convertida en la parroquia urbana del cantón Mera, está ubicada al Oeste de la provincia de Pastaza, a 17 km de la ciudad de Puyo.

Sus límites son: al Norte con la provincia de Napo, al Sur con la parroquia de Shell y la provincia de Morona Santiago, al Este con el cantón Santa Clara, y las parroquias Teniente Hugo Ortiz y Fátima y al Oeste con la provincia de Tungurahua.

La parroquia de Mera tiene una extensión de 345 Km².



Ubicación del Cantón Mera

6.1.2 Altitud y posición astronómica

Mera se halla ubicada a 1.150 msnm; su posición astronómica es de 78°5' de Longitud Occidental y a 1°30' de Latitud Sur.

6.1.3 Clima

En Mera el clima es relativamente más frío que en el resto de la Provincia, éste oscila entre los 16 °C y 22 °C de temperatura.

6.1.4 Orografía

El terreno del cantón Mera tiene un relieve pronunciado, existe una zona montañosa en el lado Noroccidental que se desprende de la Cordillera Central de los Andes, a partir de esto se encuentra una llanura o planicie donde está asentado el pueblo de Mera, y las parroquias Shell, y Madre Tierra, y donde predomina las labores agrícolas.

Al sur se encuentra el río Pastaza, al norte el río Anzú, Blanco y Pindo de aguas cristalinas y reposadas, los dos primeros. Al Este, un poca más bajo estamos a la misma altura de Puyo.

6.1.5 Población

De acuerdo al último censo realizado en el año 2011 por el INEC, en sus datos definitivos el cantón Mera en total tiene 8.088 habitantes, de los cuales 4.329 son hombres y 3.759 son mujeres, lo representa el 13,1% del total provincial. Su densidad poblacional es de 15,6 habitantes por Km².

Según el INEC, la población de la parroquia Mera (urbana) es de 669 habitantes, de los cuales 331 son hombres y 338 son mujeres.

6.1.6 Hidrología

Los ríos más importantes son: Pastaza, Mangayacu, Alpayacu, río Tigre, Anzu, Kilo, río Chico. La información meteorológica de la estación en estudio y de sus variables climatológicas se encuentra detallada en el Anexo de Datos de precipitaciones de la estación meteorológica M-008 / Puyo. En el inventario de los recursos hídricos de Tungurahua del río Pastaza tomado antes de la junta del Encanto se tiene como registro un caudal máximo de $412.84 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal mínimo de $86.97 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Como antecedente a la presentación de la propuesta se indica que existe un gran número de factores que influyen en la estabilidad de la terraza aluvial, entre los cuales en este estudio se pueden destacar los aspectos climáticos.

Pero sin duda hay dos factores que por su influencia destacan sobre todos los demás: el primero de ellos es la existencia de agua; de hecho, es en época de lluvias cuando se dan un mayor número de fenómenos de inestabilidad; el otro factor importante es la acción del hombre debido a las construcciones existentes en el lugar que puede dar lugar repentinamente a taludes inestables.

La carretera se encuentra muy cerca de la corona del talud, modificando las condiciones naturales y acelerando la erosión del mismo aplicando peso a la terraza aluvial, los moradores están inseguros debido a los movimientos que ellos sienten al circular el tráfico pesado.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La filosofía del sistema de protección contra la erosión y estabilización superficial de la terraza aluvial no consiste solamente en detener la erosión superficial del talud, sino también estabilizar superficialmente y eliminar las cicatrices producidas por las obras, mejorando el efecto negativo medioambiental y disminuyendo a su vez la posibilidad de deslizamientos.

La factibilidad y la necesidad de la ejecución de este proyecto dadas las actuales circunstancias que presenta el talud hay un interés inmediato para que se ejecute el plan de mitigación del proyecto.

6.4 OBJETIVOS

- Determinar alternativas de mitigación para garantizar la estabilidad de la terraza aluvial sobre la cual se encuentra asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza.
- Diseñar un canal de coronación para evitar la erosión pluvial del talud.
- Emplear un método de diseño adecuado, que permita estabilizar el talud y que sea propicio a las condiciones presentadas por el talud. Controlar la socavación producida en la orilla izquierda con el diseño de obras de protección de gaviones en la base del talud.
- Elaborar un plan de riesgo para el sector de la terraza aluvial donde se encuentra asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza.
- Elaborar un presupuesto para poder llevarse a cabo el proyecto de estabilización del talud.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Mejorar la seguridad del talud y su socavación hasta un nivel satisfactorio que reduzcan los peligros y riesgos también debe examinarse en función al costo del proyecto bajo la óptica de costo/beneficio.

Teniendo ventajas como la accesibilidad al sector, puesto se encuentra en la vía principal que conecta la provincia de Tungurahua y Pastaza. También existen diferentes minas cerca del sector facilitando la adquisición de materiales para la construcción del proyecto.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Muros de retención

6.6.1.1 Introducción

Los suelos, así como otros materiales tienen un ángulo de reposo propio; para lograr una pendiente mayor que la proporcionada por dicho ángulo se requiere de algún tipo de muro o soporte que evite el deslizamiento; con este fin se emplean comúnmente los muros de retención o sostenimiento.

Tratándose de muros de poca altura, la práctica consiste en emplear métodos empíricos para determinar el empuje de tierra. Tratándose de muros elevados que constituyen la parte principal de una construcción, se justifica por las economías que resultan, el recurrir a un estudio más completo del suelo y a un análisis más detallado de las cargas. Los muros de retención o sostenimiento se emplean comúnmente en las carreteras y ferrocarriles, así como en otras propiedades públicas y privadas, con los fines siguientes:

- (1) Estabilización de taludes muy inclinados en corteo en terraplén

- (2) Reparación de desperfectos en el lecho del camino
- (3) Evitar erosión de las márgenes
- (4) Aleros para estribos y muros de cabecera
- (5) Plataformas para carga
- (6) Áreas de estacionamiento

6.6.1.2 Diseño de los muros

Las presiones que obran sobre un muro de sostenimiento tienden a producir su deslizamiento, hundimiento o volteo. La resistencia a la sustentación del terreno que forma el cimiento es importante, como lo es también el carácter del relleno, el cual puede variar desde una grava bien drenada hasta una arcilla muy plástica. La determinación de la magnitud, dirección y punto de aplicación de la presión es un procedimiento laborioso y complicado, para lo cual se recomienda consultar libros sobre el tema.

La cimentación adecuada se necesita para el comportamiento satisfactorio de un muro de sostenimiento. La mayor parte de los fracasos ocurre cuando los muros se construyen sobre cimentaciones de arcilla; por otra parte, los suelos de grano grueso proporcionan base y relleno estables.

Debe evitarse el relleno hecho de suelos arcillosos, o los que contengan un elevado porcentaje de arcilla, especialmente si existen filtraciones en los taludes. La arcilla dura en terrones grandes no debe usarse como relleno, a menos que puedan evitarse las filtraciones del agua de la superficie al material de relleno.

El drenaje adecuado siempre es importante ya que mejora la estabilidad de todos los rellenos, y es esencial donde quiera que se encuentren taludes con estratos conductores de agua.

6.6.1.3 Cálculo del empuje

Para determinar el valor del empuje se utiliza el método de Coulomb, que se basa en el estudio del equilibrio de una cuña bidimensional de suelo indeformable, ver fig. 1.1, sobre la que actúa el peso propio del relleno, la fuerza de fricción interna que se distribuye en forma uniforme a lo largo de la superficie de rotura plana y eventualmente la cohesión del suelo. Para el caso particular de muros formados con gaviones se omite el empuje hidrostático por ser la estructura permeable.

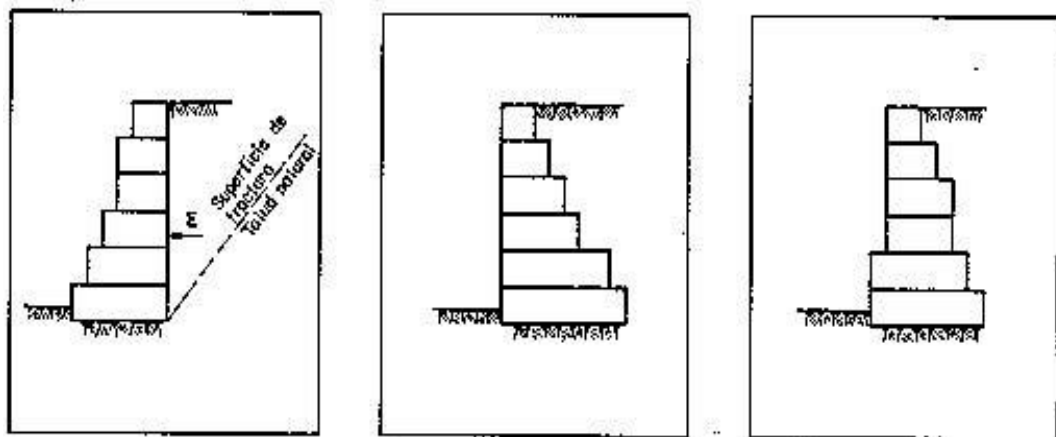


fig. 1.1 Disposición de muros de contención formados con gavión

En el caso del muro con paramento vertical interno la superficie de empuje es el propio paramento interno del muro (ver fig. 1.2 pág. 55). Quedando así determinado el ángulo Beta formado por el plano de empuje y la horizontal.

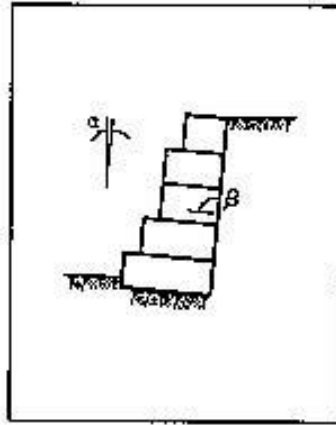


Fig. 1.2 Muro de contención, plano de empuje.

El empuje activo (E_a) en el muro de retención está determinado por la expresión:

$$E_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H^2 * C * H$$

$$H = [h + (B - a) * \tan \alpha] * \cos \alpha$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta * \text{sen}(\beta - \delta) * \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\beta + \delta) * \text{sen}(\beta - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right)}$$

Dónde:

E_a = empuje activo, en **Ton/m**

K_a = coeficiente de empuje activo

γ_s = peso específico del suelo, en **Ton/m³**

H = altura donde actúa el empuje, en **m**

h = altura del muro, ver fig. 1.3, en **m**

B = base del muro despreciando los escalones externos, ver fig. 1.3, en **m**

a = ancho del muro en la corona, ver fig. 1.3, en **m**

α = inclinación del muro con la vertical, ver fig. 1.2, en **grados**

β = ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal, ver fig. 1.2, en **grados**

ϕ = ángulo de fricción interna del material.

δ = ángulo de fricción entre muro y terreno, en **grados**; en muros de gaviones se puede suponer $\delta = \phi$ Si tras el muro hay un geotextil $\delta = 0,9*\phi$

ϵ = ángulo del talud sobre el muro con la horizontal, ver fig. 1.3, en **grados**

C = cohesión, en **Ton/m**

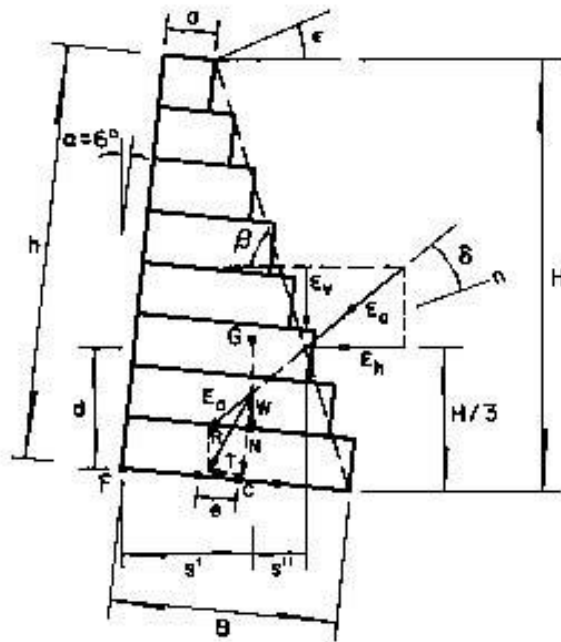


fig. 1.3 Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en los muros de contención

Suele ser conveniente despreciar la cohesión, ya que ésta se modifica con el tiempo y tiene gran influencia sobre el valor final del empuje. En el caso de que exista una sobre carga sobre el muro de retención, q, ésta es asimilada a un relleno de altura h_s de las mismas características del relleno. De esta forma se tiene que:

$$h_s = q/\gamma_s$$

$$E = \frac{1}{2} * Ka * \gamma_s * H^2 * \left(1 + \frac{2hs}{H}\right) - 2Ka^2 * C * H$$

Normalmente, cuando la sobrecarga (q) es debida a vehículos, se adopta $q = 1.5$ a 2.0 Ton/m.

La altura del punto de aplicación del empuje es de difícil evaluación y varía bastante en la práctica, normalmente puede producirse a una altura comprendida entre $0.5 H$ y $0.33 H$.

La variación se debe en algunos casos al desplazamiento del muro, a su rigidez e inclinación, a modificaciones en las características del terreno y sobrecarga. Generalmente, se considera a $0.33 H$, (ver figs. 1.3 página 56).

La altura del lugar de aplicación del punto activo "d", medida verticalmente desde la horizontal que pasa por el punto de giro "F", está dada, ver figs. 1.3, por:

-Para condición con sobrecarga

$$d = \frac{H}{3} * \left(\frac{H + 3hs}{H + 2hs}\right) - B * \text{sen} \alpha$$

-Para condición sin sobrecarga

$$d = \frac{H}{3} - B * \text{sen} \alpha$$

Si $\alpha=0$ por tanto $d = \frac{H}{3}$

6.6.1.4 Estabilidad de los muros

En el diseño de los muros es necesario respetar algunas condiciones de estabilidad, para evitar el fracaso de la estructura, debiéndose de calcular lo siguiente:

- a. La seguridad al deslizamiento
- b. La seguridad al volteamiento
- c. La carga sobre el terreno
- d. La seguridad de falla global

Se recomienda inclinar al muro contra el suelo con un ángulo $\alpha = 6^\circ$ que puede llegar a valer 10° , ya que con esto el valor de K_a disminuye.

6.6.1.5 Deslizamiento

En ningún caso el cociente de las fuerzas estabilizantes y las fuerzas desestabilizantes, debe ser menor que el coeficiente de deslizamiento entre el terreno en que se construye el muro y éste o el existente para dos planos del mismo material que tratan de deslizarse.

$$E_v = E_a * \text{sen}(90 + \delta - \beta) \text{ Ecuación 6.a}$$

$$E_h = E_a * \text{cos}(90 + \delta - \beta) \text{ Ecuación 6.b}$$

Donde:

E_v = componente vertical del empuje activo E_a , en **Ton/m**

Eh = componente horizontal del empuje activo **Ea**, en **Ton/m**

Ea = empuje activo, en **Ton/m**

El coeficiente de deslizamiento C_D , que debe ser mayor o igual que 1.5

$$C_D = \left(\frac{((W + Ev) * \cos\alpha) * \tan\phi + (W + Ev) * \operatorname{sen}\alpha + C * B}{Eh * \cos\alpha} \right)$$

Donde:

W = peso propio de la estructura, ver fig. 1.3, en **Ton/m**

α = inclinación del muro con la vertical, en **grados**, (ver fig. 1.3 página 55).

B = ancho de la base del muro despreciando los escalones externos, en **grados**

C = cohesión, en **Ton/m**

El peso propio **W** de la estructura, depende de la sección del muro y del peso específico del relleno. En el gavión se considera un porcentaje de vacíos (**n**) de 0.3, es decir, del 30%. El del peso específico del gavión γ_g sería:

$$\gamma_g = \gamma_s' (1 - n)$$

Donde

γ_g = peso específico de los gaviones, en **Ton/m**

γ_s' = peso específico de la roca de relleno, en **Ton/m**

n = porcentaje de vacíos, su valor promedio es de 0.3

Los componentes vertical y horizontal de empuje activo, (ver fig. 1.3 página 56), toman los valores dados por las ecs. 6 a y b.

En la verificación del deslizamiento, el coeficiente de fricción suelo gavión, es de 0.7 a 0.75 para suelos cohesivos, en estos valores interviene la cohesión y sí esta no influye los valores serán menores, y de 0.64 entre una superficie de concreto-gavión.

Por seguridad se adopta $\tan\phi$ independiente de la cohesión, admitiéndose que el deslizamiento se produce entre suelo y suelo.

6.6.1.6 Volteo

Al considerar como fuerza estabilizante al peso propio del muro y al componente vertical del empuje activo y como desestabilizante a la componente horizontal del empuje activo se llega a:

$$M_v = E h d$$

$$M_r = W S' + E * S''$$

$$S' = B * \cos\alpha - \frac{H}{3} * \left(\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right) * \frac{1}{\tan\beta}$$

$$S'' = X_g * \cos\alpha + Y_g * \sin\alpha$$

Donde:

M_v = momento de volteo

M_r = momento resistente

S' = distancia horizontal entre el punto de volteamiento F (ver fig. 1.3 pág. 56) y el punto de aplicación del empuje activo

S'' = distancia horizontal entre el punto de volteamiento F (ver fig. 1.3 pág. 56) y el punto de aplicación del empuje activo

X_g, Y_g = coordenadas del centro de gravedad referida a un sistema coordenado cuyo origen coincide con el punto F (ver fig. 1.3 pág. 56)

En ningún caso el M_v producido por las fuerzas desestabilizantes debe ser mayor que M_r producido por las estabilizantes.

El coeficiente de volteamiento (Cv), será mayor o igual que 1.5, es decir

$$Cv = \frac{Mr}{Mv} > 1.5$$

Carga sobre el terreno

Al suponer que exista una distribución lineal de esfuerzos sobre el terreno, no se debe admitir fatigas mayores que las estipuladas como de trabajo del terreno. Cuando la resultante cae dentro del núcleo central de la base, los esfuerzos resultantes, obtenidos por la aplicación de la fórmula de la escuadría, están dados por:

$$\sigma_1 = \frac{N}{B} * \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{B} * \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$$

Para el caso de $e < B / 6$ donde

N = resultante de las fuerzas normales en la base del muro (ver fig. 1.3 pág. 56) e igual a:

$$N = (W + Ev) * \cos \alpha + Eh * \operatorname{sen} \alpha$$

e = excentricidad (ver fig. 1.3), en m ; está dada por:

$$e = B / 2 - (Mr - Mv / N)$$

σ_1, σ_2 = esfuerzos de trabajo

Si la resultante cae fuera del núcleo central, se reduce la sección de trabajo de la base, como puede acontecer en los muros con gaviones por su alta flexibilidad; la excentricidad real valdrá en este caso:

$$e' = B / 2 - e$$

Para $e > B/6$ los esfuerzos de trabajo σ_1, σ_2 , en Ton/m, están dados por:

$$\sigma_1 = \frac{2N}{3e'}$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 * \left[\frac{B - 3e'}{3e'} \right]$$

Se recomienda que $\sigma_2 < 2$ Ton/m en tensión y σ_1 no debe sobrepasar a la tensión admisible del terreno.

6.6.1.7 Verificación en secciones intermedias

En el muro de retención es necesario verificar su estabilidad en secciones intermedias, para evitar la falla de la estructura. Al considerar las fuerzas estabilizantes, que son el peso propio del muro y el componente vertical del empuje activo, y como desestabilizantes, el componente horizontal del empuje activo hasta la sección de análisis, los esfuerzos resultantes a la compresión y a la tensión tangencial, se obtienen con:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{0.8X}$$

$$\tau_{max} = \frac{T}{B}$$

σ_{max} = esfuerzo resultante a la compresión en la sección de análisis

τ_{max} = tensión tangencial en la sección de análisis

N = resultante de las fuerzas normales en la sección de análisis, ver fig. 1.4

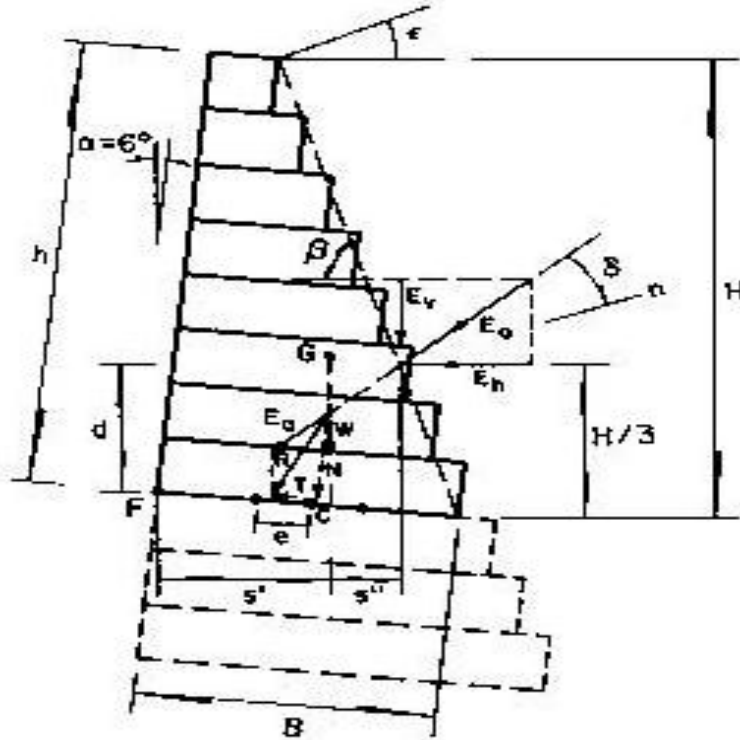


fig. 1.4 Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en los muros de contención, para una sección intermedia

$$N = (W + E_v) * \cos \alpha + E_h * \sin \alpha$$

T = resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis, ver fig. 1.4

$$T = E_h * \cos \alpha + (W + E_v) * \sin \alpha$$

X = ancho de la sección que está trabajando a la compresión, ver fig. 1.4

$$X = 0.5B - e / 0.4$$

B = ancho de la base de la sección de análisis, ver fig. 1.4

e = excentricidad de la resultante, ver fig1.4, en la sección de análisis

$$e = B / 2 - M/N$$

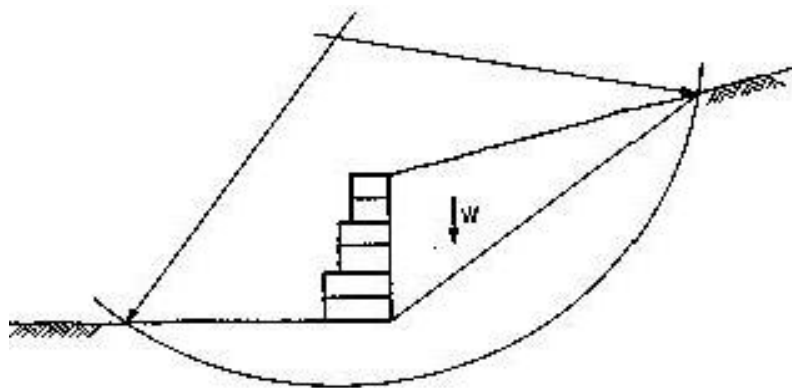
M = momento actuante en la sección de análisis, que toma en cuenta el momento resistente

$$M = M_r - M_v$$

6.6.1.8 Recomendaciones de diseño

- a) Alguna de las ventajas de los muros con gavión son, por ejemplo, su construcción es rápida, son permeables y por tanto proporcionan un buen drenaje, son flexibles, resisten los asentamientos diferenciales sin romperse, y son relativamente económicos.
- b) Los muros de gaviones se construyen en capas, como se hace con la mampostería, por ello, se puede decir que se parecen a un ladrillo de tamaño grande y flexible.
- c) El muro puede ser de pared lisa o escalonada (ver fig. 1.1 pág. 54), la selección de cualquiera de estas dos formas depende del criterio del proyectista, y de la práctica se ha encontrado que el escalonado es más fácil de construir cuando la altura del muro sea mayor de los 3 m.
- d) Para muros de gran altura se pueden tener escalones a ambos lados en la parte inferior de ellos (ver fig. 1.1 pág. 54). Los muros con paramento vertical externo, en ocasiones, son preferidos por motivos funcionales o estéticos, sin embargo desde el punto de vista estético en general, puede decirse que son más adecuado los muros con escalones externos y se recomienda su uso cuando ellos tienen una altura grande y se les debe dar una inclinación $\alpha = 6$ contra el relleno (ver fig. 1.1 pág. 54).

- e) La superficie de empuje del terreno, en el caso de muros hechos con gaviones, corresponde al paramento interno del muro, pero si dicho paramento es escalonado se considera como superficie de empuje la línea punteada de la fig. 1.2 (ver pág.55) y con ella se calcula el ángulo β .
- f) El peso específico unitario de un gavión es función del tamaño y forma del material de relleno, de la manera como se coloca dicho material (mecánica o manual) y de la gravedad específica del material empleado, S_g .
- g) El material con el que se llena el gavión tiene un diámetro que varía entre los 10 y 20 cms esto ayuda a que se trabaje adecuadamente con equipo mecánico y se obtiene un buen acomodamiento al vaciarlo dentro de las canastas. De pruebas realizadas con materiales de diferentes formas y tamaños se ha encontrado que al utilizar una porosidad del 30 en el cálculo del peso específico unitario de un gavión lleno da buenos resultados. Con ayuda de la fig. 1.5 (ver pág.55) se obtiene el peso específico unitario en función de la gravedad específica, en esa misma figura también aparecen los valores usuales de S_g para diferentes tipos de material.

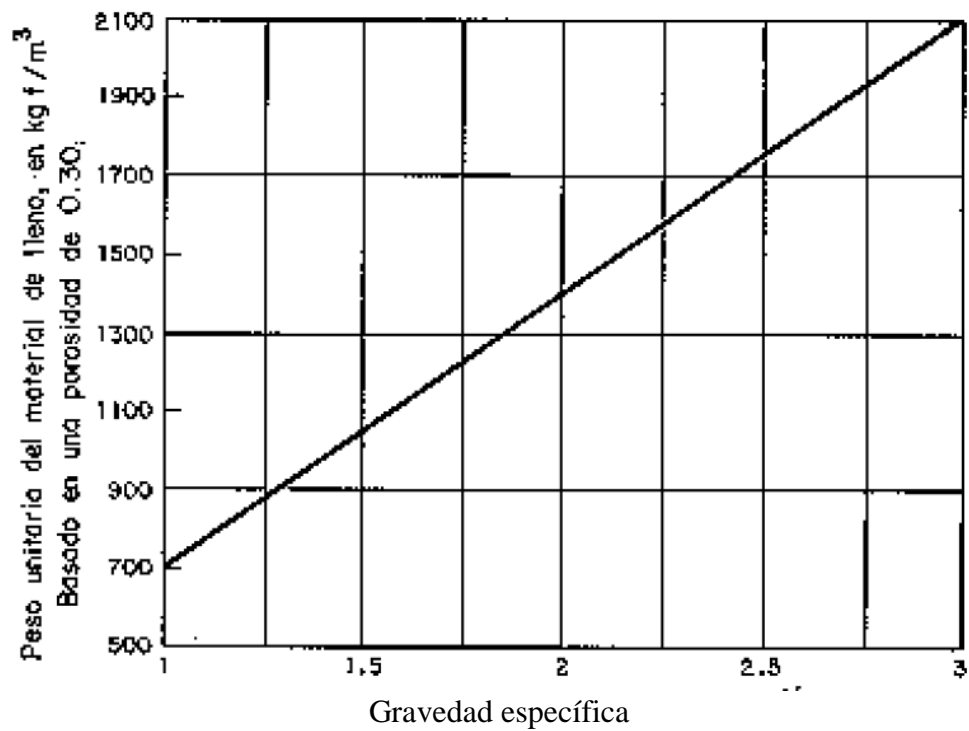


a) **Falla circular**

Fig. 1.5 Esquema para la verificación de la falla global

- h) El coeficiente de fricción f que se desarrolla entre la base del muro de gaviones y un suelo no cohesivo se puede suponer que es igual a la tangente del ángulo de fricción interna del suelo. Lo mencionado se basa en el hecho de que la superficie del muro es muy rugosa y el material del suelo penetra dentro de los huecos que dejan las piedras que forman el gavión, por este motivo la fricción se efectúa entre las partículas del suelo y no entre estas y el gavión. Esto último puede comprobarse revisando la parte inferior de un muro que se ha volcado a propósito.
- i) Sí el muro está colocado sobre un suelo cohesivo como es, por ejemplo, la arcilla, la resistencia al deslizamiento se calcula con base a la cohesión de la arcilla. Si se tiene una arcilla muy dura se recomienda construir una zanja angosta en el sitio donde se va a desplantar el muro y llenarla hasta una altura de 15 cms con grava limpia, que tenga aproximadamente 7 cms de diámetro, bien compactada.
- j) Para muros de gaviones que van a sostener taludes formados con arcilla se necesitan construir un sistema de contrafuertes formados con gaviones. La separación entre contrafuertes es función del tipo de suelo, humedad y cohesión, y se puede conocer con ayuda de la tabla siguiente.

Tipo de suelo	Humedad (%)	Cohesión (Kg/cm²)	Separación entre contrafuertes (m)
Arcilla muy blanda	40	21	4
Arcilla blanda	35	28	5
Arcilla Semidura	33-30	42-56	6--7
Arcilla dura	27-25	70-106	8--9



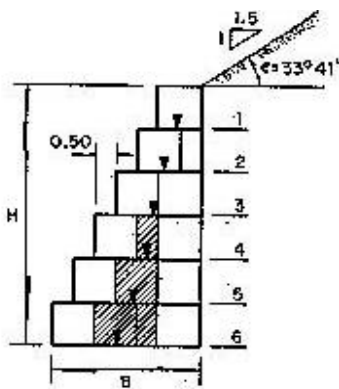
Gravedad específica de materiales comunes	
Basalto	2
Ladrillo	2
Concreto partido	2.4
Granito	2.7
Piedra caliza	2.5
Areniscas	2.2
Andesitas	2.7

fig. 1.6 Peso unitario del material de relleno para el diseño de gaviones.

Los contrafuertes ayudan a disminuir el empuje hidrostático al estar drenando al material. En el diseño de un muro de contención hasta una altura que no sobrepase los 6 m el cálculo del empuje de tierra no debe hacerse de una manera muy precisa y más bien se recomienda que ello se haga con métodos semiempíricos.

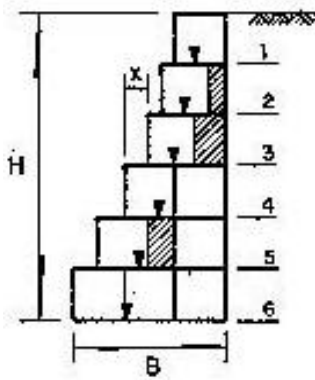
Las tablas que se muestran en las figs. 1.7 y 1.8 proporcionan las dimensiones para muros que están contruidos en capas de 1 m de altura; para alturas intermedias se obtienen reduciendo el espesor de la base a la mitad (0.5 m) o bien disminuyendo la altura del nivel superior hasta los 0.3m.

Sí se hace un muro con pared interior escalonada el gavión que se coloca en la cimentación del muro no puede tener un espesor menor a 0.5 m debido a que los gaviones delgados son muy flexibles y como consecuencia de ello son malos para transmitir las cargas.



N° de niveles	H (m)	B (m)	Notas
1	1	1.0	La pared exterior puede ser vertical
2	2	1.5	
3	3	2.0	
4	4	2.5	
5	5	3.0	La porción sombreada del nivel 4 no requiere canasta
6	6	3.5	Las porciones sombreadas de nivel 4 y 5 no requiere canasta

fig. 1.7 Diseño de muros de contención



N° de niveles	H (m)	B (m)	x	Notas
1	1	1.0		
2	2	1.3	0.3	
3	3	1.6	0.3	Las porción sombreada del nivel 2 no requiere canasta
4	4	2.0	0.4	Las porciones sombreadas en los niveles 2 y 3 no requiere canasta
5	5	2.5	0.5	Usar contrafuertes cada 3m en el nivel 4. Ver notas nivel 4.
6	6	3.0	0.5	Ver notas nivel 4 y 5.

fig. 1.8 Diseño de muros de contención

Notas:

Localización de la resultante del peso del muro y el empuje de tierras.

Estos diseños son para suelos tipo 1 y 2.

Mendoza (1992) recomienda que para reducir o evitar la migración del material retenido tras el muro se debe colocar un geotextil como interfase entre ellos y cuando el muro sea inclinado él sugiere utilizar un talud de 1H a 10V.

6.6.2 Control de Erosión en Taludes y Obras de Ingeniería

6.6.2.1 Introducción

Para el diseño de las obras de control de la erosión en un talud debe realizarse un análisis muy completo de las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y ambientales que permitan tener un conocimiento completo del comportamiento del talud después de construido.

La principal causa de los problemas en los taludes es la presencia del agua de la lluvia, la escorrentía y el agua subterránea, por lo tanto el manejo de las aguas es muy importante desde el inicio de la construcción.

La protección de la superficie del terreno generalmente se obtiene utilizando la vegetación como obra principal de estabilización y se debe tener especial cuidado en la selección del sistema de establecimiento de la cobertura vegetal y de las especies vegetales a establecer.

Las obras de ingeniería involucran la intervención de laderas y taludes, los cuales requieren de un programa de control de erosión durante la construcción, y de medidas definitivas de control a mediano y largo plazo.

6.6.2.2 Obras de Drenaje y subdrenaje

El drenaje y el subdrenaje son metodologías de remediación o prevención de deslizamientos muy eficientes; su utilización es muy frecuente y existen métodos de análisis y diseño que se basan en el flujo de agua tanto superficial como subterráneo.

Los métodos de estabilización de deslizamientos que contemplan el control del agua tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y son generalmente más

económicos que la construcción de grandes obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, considerada como el principal elemento desestabilizante de los taludes. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo, aumenta la resistencia del talud, al disminuir la presión de poros.

El objetivo principal de estos métodos es disminuir la presión de poros y de esa forma, aumentar la resistencia al corte, eliminar las fuerzas hidrostáticas desestabilizantes y mejorar el factor de seguridad de las superficies de falla por debajo del nivel de agua.

6.6.2.3 Drenaje superficial

El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía, tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro, lejos del talud que se va a proteger.

El agua de escorrentía debe, en lo posible, desviarse antes de que penetre el área del deslizamiento o se infiltre en dirección al talud. Por otro lado, el agua de las lluvias que cae directamente sobre la superficie del talud, debe ser evacuada lo más rápidamente posible, evitando al mismo tiempo que su paso cause daños por acción de la erosión, almacenamiento e infiltración

6.6.2.4 Zanjas de corona

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la

falla de la corona del talud o escarpe (ver Fig. 2.1 pág. 72).

Se recomienda que las zanjas de la corona sean totalmente impermeabilizadas; igual, se debe proveer una pendiente suficiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada Sin embargo, a pesar de lograrse originalmente una impermeabilización, con el tiempo se producen movimientos en el terreno, los cuales causan grietas en el impermeabilizante y por lo tanto, producen infiltraciones.

La recomendación de la impermeabilización se debe complementar con un correcto mantenimiento. Se sugiere que al menos cada dos años, se deben reparar las zanjas de la corona para impermeabilizar las fisuras y las grietas que se presenten.

La separación mínima recomendada, es de tres metros desde el borde de la corona. Para las áreas de drenaje de gran magnitud, se requieren canales con gran capacidad de conducción de agua.

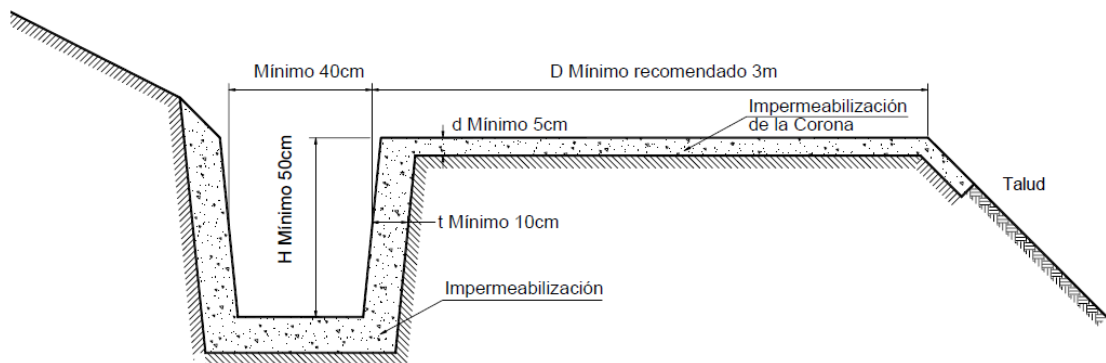


Figura 2.1. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud.

6.6.2.5 Manejo de las aguas de escorrentía

Para el diseño de obras de control de escorrentía debe tenerse en cuenta las características de las lluvias, las áreas aferentes, la topografía y las características de la geología, infiltración y erosionabilidad de los suelos.

Es importante que las obras de manejo de aguas de escorrentía sean diseñadas con secciones y pendientes suficientes que impidan la concentración de aguas que pudieren inducir la formación de cárcavas de erosión.

6.6.2.6 Criterios de diseño

6.6.2.6.1 Procesamiento de la información

Con la información obtenida, para el caso de cuencas hidrográficas pequeñas, se podrían calcular los caudales mediante la aplicación de la fórmula racional, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = C \times I \times A / 360$$

Donde:

Q	=	Caudal de diseño (m ³ /sg)
C	=	Coefficiente de escorrentía
I	=	Intensidad de precipitación (milímetros/hora)
A	=	Área de drenaje (Ha)

Los parámetros de intensidad de precipitación y coeficiente de escorrentía deben ser estudiados separadamente.

6.6.2.6.2 Intensidad – Duración – frecuencia

Estos datos pueden ser obtenidos en base a registros efectuados en estaciones meteorológicas cercanas al centro de gravedad del proyecto o que sean representativas de la zona en estudio.

Se ha conseguido datos de la Estación meteorológica M008-Puyo con las características que se detallan en la tabla 2.2.

CODIGO / ESTACION	TIPO	ZONA	LAT.	LON.	ALT.	PROV.	INSTIT.
M008 / PUYO	AP	260	1° 30' 27"	77° 56' 38"	960	16	INAMHI

Tabla 2.2

El método empleado para el análisis estadístico, corresponde a Ven The Chow, quien proporciona la definición, en base a los datos registrados, de la siguiente expresión analítica:

$$I = \frac{KT^m \times P_{\max 24}}{t^n}$$

Donde:

- I = Intensidad de precipitación (milímetros por hora)
- T = Período de retorno (años)
- t = Tiempo de duración de la tormenta o tiempo de concentración (minutos)
- K,m,n = Constantes de ajuste de las ecuaciones
- Pmax = Precipitación máxima en 24 horas

6.6.2.6.3 Período de retorno

El período de retorno puede ser definido de la siguiente manera:

Tipo de drenaje	Período de retorno Tr (años)
Estructuras menores de drenaje (alcantarillas)	25
Estructuras de drenaje superficial (cunetas)	5

6.6.2.6.4 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración, o tiempo que se demora una partícula de agua en recorrer desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto donde intercepta la vía, se calcula por medio de fórmulas:

$$t_c = 0.3 \left\{ \frac{L}{J^{1/2}} \right\}^{0.76}$$

Donde:

- t_c = Tiempo de concentración (minutos)
- L = longitud del cauce máximo (Km)
- J = Pendiente media (o/uno)

Para las áreas de reducidas dimensiones se deben asumir valores mínimos de concentración, de acuerdo con los siguientes criterios:

Tipo de drenaje	Tiempo de concentración Tc (minutos)
Para alcantarillas (los valores que se adoptan dependen de la forma, gradiente y extensión del área de drenaje)	10 – 20
Para cunetas (los valores que se adoptan dependen de las Gradientes longitudinales de la vía y de las alturas de corte)	5 – 10

6.6.2.6.5 Coeficiente de escorrentía

Este coeficiente o porcentaje, que representa la cantidad de escurrimiento superficial que efectivamente se desplaza (el resto se pierde por filtración, evaporación y otros factores) se debe establecer en base a observaciones directas de campo, correlacionadas con los factores establecidos en tablas existentes mismas que varían de acuerdo a factores como:

- a) Topografía del terreno (pendiente).
- b) Tipo de suelo (permeable, semipermeable o impermeable).
- c) Cobertura vegetal (sin vegetación, cultivos, hierbas, bosques, pastos).

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA, C
PRADOS:	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2-7%	0.15 - 0.20
Suelos pesados, planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados, promedio, 2-7%	0.18 - 0.22
Suelos pesados, pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES:	
Áreas de centro de la ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL:	
Áreas casa individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL:	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES, CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGO	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS	
FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.20
CALLES:	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Tabla 2.3 Coeficiente de escorrentía

Fuente: Hidrología en ingeniería.

6.6.2.7 Diseño de secciones hidráulicas

Se tienen diferentes factores que se consideran en el diseño de canales, aunque el diseño final se hará considerando las diferentes posibilidades y el resultado será siempre una solución de compromiso, porque nunca se podrán eliminar todos los riesgos y desventajas, únicamente se asegurarán que la influencia negativa sea la mayor posible y que la solución técnica propuesta no sea inconveniente debido a los altos costos.

Se debe tener en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, etc.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * J^{1/2}$$

Q = Caudal (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidad

A = Area (m²)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

6.6.2.7.1 Rugosidad

Esta depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal.

La siguiente tabla nos da valores de “n” estimados, estos valores pueden ser refutados con investigaciones y manuales, sin embargo no dejan de ser una referencia para el diseño:

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas.
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

Tabla 2.4 Valores de rugosidad “n” de Manning

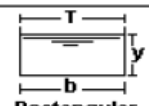

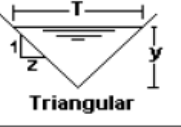
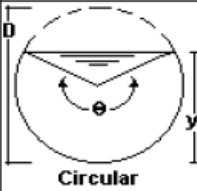

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2}) D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Tabla 2.5 Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes.

6.6.2.7.2 Velocidades máximas y mínimas permisibles

La velocidad mínima permisible es aquella velocidad que no permite sedimentación, cuando el agua fluye sin limo este valor carece de importancia, pero la baja velocidad favorece el crecimiento de las plantas, en canales de tierra, da el valor de 0.762 m/seg. Como la velocidad apropiada que no permite sedimentación y además impide el crecimiento de plantas en el canal.

La velocidad máxima permisible, algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos.

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	"n" Manning	Velocidad (m/s)		
		Agua limpia	Agua con partículas coloidales	Agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.020	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.020	0.53	0.75	0.60
Franco limoso no coloidal	0.020	0.60	0.90	0.60
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.60	1.05	0.60
Franco consistente normal	0.020	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.020	0.75	1.05	0.60
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Pizarra y capas duras	0.025	1.80	1.80	1.50
Grava fina	0.020	0.75	1.50	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.030	1.13	1.50	0.90

Tabla 2.6 Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación.

Fuente: Krochin Sviatoslav. "Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

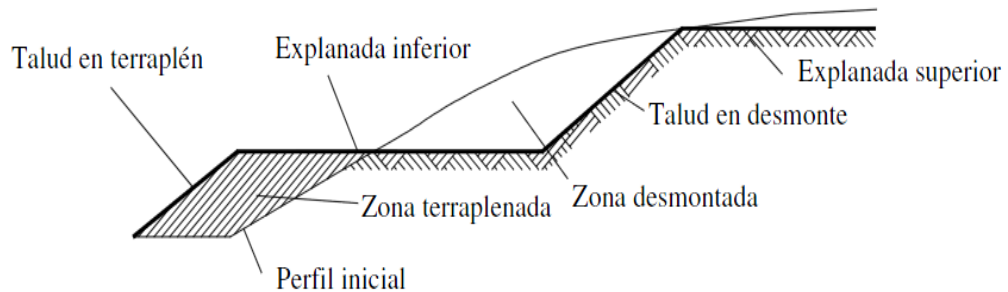
6.6.3 Estabilidad de Taludes

6.6.3.1 Introducción

Siguiendo con el estudio tenso-deformacional del terreno, y cuando esto involucra una gran masa o volumen de suelo con una cierta configuración (escalonada o inclinada), se entra en el campo del análisis de la estabilidad de taludes y de laderas naturales.

Se acostumbra a emplear el término ladera para el perfil que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o atmósfera, y ese perfil no es horizontal. A veces se omite el calificativo de natural porque se da por sobreentendido.

En cambio, se suele aplicar el término talud al perfil conseguido tras una excavación (talud en desmonte) o terraplenado (talud en terraplén) no necesariamente vertical, sino con cierto ángulo con la horizontal ($\beta \leq 90^\circ$), llamado ángulo de talud.



En ambos casos hay una falta de soporte lateral debido al suelo, “ahora” inexistente. Al desaparecer las tensiones horizontales que lo mantenían en equilibrio, la nueva configuración comporta otras relaciones de tensiones y deformaciones que buscarán un nuevo equilibrio, con la consiguiente inducción de desplazamientos que tienden a movilizar la resistencia al esfuerzo tangencial (o cortante) del suelo; hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio.

Si la resistencia movilizada es menor que la total disponible, el talud se mantendrá estable, con un factor de seguridad (F.S.) mayor que la unidad. Se ha dado por estable el talud con un factor de seguridad mayor a 1.1, pero se está viendo la necesidad de aumentar, por seguridad, ese valor a 1.5 ó más. Así se puede expresar:

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al corte disponible}}{\text{Resistencia al corte movilizad}} \geq 1.50$$

6.6.3.2 Análisis para la estabilidad y el diseño

Los estudios de los principales casos están basados en fórmulas de estabilidad y métodos rápidos de cálculo, en función de la geometría y de las condiciones geotécnicas del suelo.

El estudio de la estabilidad (figura3.1) se suele centrar en la determinación de los siguientes valores:

- *la altura*: H (distancia vertical entre explanadas superior e inferior del talud);
- *la pendiente*: β (ángulo que forma la cara del frente del talud con el plano horizontal);
- *el factor de seguridad*, F.S. (se suele fijar un valor >1.5 , como seguridad frente al deslizamiento de esa ladera o talud).

$$F.S. = \frac{M_{F.resistentes}}{M_{F.volcadoras}} \geq 1,5$$

6.6.3.3 Causas de los movimientos de ladera

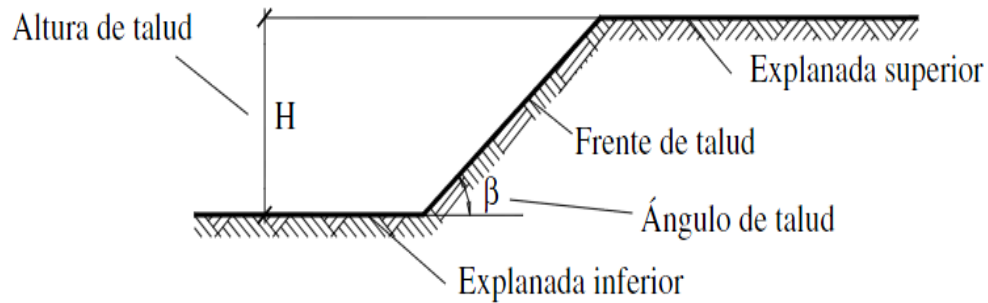


Fig. 3.1

Las principales causas de los movimientos de ladera se presentan cuando la resistencia al esfuerzo cortante es excedida por las tensiones cortantes, en una determinada superficie.

6.6.3.4 Metodología de cálculo

Para el cálculo y diseño de los taludes se ha utilizado el programa GEOSLOPE que para el análisis utiliza el método general de equilibrio límite.

Las ecuaciones relevantes se presentan más adelante, el programa evalúa el factor de seguridad, para satisfacer las fuerzas y momentos de equilibrio.

El factor de seguridad es definido por el esfuerzo al corte del suelo en estado límite de equilibrio a lo largo de la superficie de falla.

Para el análisis con esfuerzos efectivos, el esfuerzo de corte está definido por:

$$s = c' + (\sigma_n - u) \tan \phi'$$

Donde:

s = esfuerzo de corte

c' = cohesión efectiva

ϕ' = ángulo de fricción interna efectivo

σ_n = esfuerzo normal total

u = presión de poro

Para el análisis con esfuerzos totales, se definen en términos de esfuerzo totales y la presión de poro no se requiere.

El análisis de estabilidad se realiza dividiendo la masa de la superficie de suelo deslizante en dovelas. Se asume para la formulación del equilibrio límite:

- La teoría de Mohr-Coulomb
- La componente de esfuerzos cohesivos y friccionales es igual para toda la envolvente.
- El factor de seguridad es similar para todas las dovelas.

En la figura N°1 se presenta todas las fuerzas actuantes en una superficie de falla circular.

La magnitud de la fuerza de corte movilizada que satisface las condiciones límites de equilibrio es:

Donde:

$$(1) \quad S_m = \frac{s \beta}{F} = \frac{\beta (c' + (\sigma_n - u) \tan \phi')}{F}$$

$\sigma_n = \frac{N}{\beta}$ = Promedio de esfuerzo normal en la base de cada dovela

F = Factor de seguridad

β = Longitud de la base de cada dovela

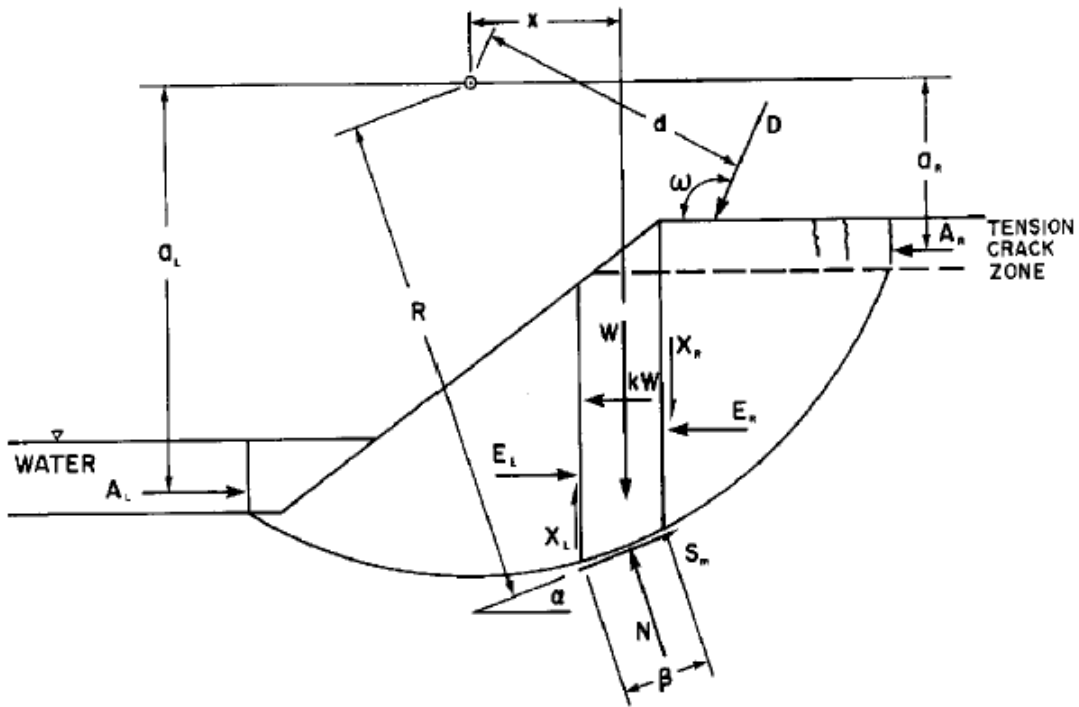


Fig. 3.2

Estos elementos estáticos son usados para determinar el factor de seguridad con la sumatoria de fuerzas y momentos en las dos direcciones.

Estas, son insuficientes para resolver el problema, el número de variables conocidas es menor que las no conocidas, dando como resultado un problema indeterminado.

EL Método General de Equilibrio Límite, usa las ecuaciones de estática para resolver el problema y obtener el Factor de Seguridad.

- a) Con la sumatoria de fuerzas en la dirección vertical de cada dovela, se determina la ecuación de la fuerza normal en la base de la dovela, N.
- b) La sumatoria de fuerzas en la dirección horizontal para cada dovela se usa para computar la fuerza normal E interdovelas.

Con la sumatoria de momentos en relación al punto común para todas las dovelas. La ecuación resuelve el momento del factor de seguridad de equilibrio, Fm.

La sumatoria de fuerzas en la dirección horizontal para todas las dovelas, da el valor a la fuerza de equilibrio del factor de seguridad, Ff.

El análisis es hasta ahora indeterminado. El factor de seguridad que satisface las ecuaciones de fuerzas y momentos, es obtenido mediante convergencia en el método de equilibrio límite.

Factor de seguridad de Equilibrio de Momentos

De la figura N° 1. se puede obtener la siguiente relación:

$$(2) \quad \sum Wx - \sum S_m R - \sum Nf + \sum kWe \pm [Dd] \pm Aa = 0$$

Substituyendo en la ecuación 1 en la 2 y resolviendo, se tiene:

$$(3) \quad F_m = \frac{\sum (c' \beta R + (N - u\beta) R \tan \phi')}{\sum Wx - \sum Nf + \sum kWe \pm [Dd] \pm Aa}$$

Factor de seguridad de equilibrio de fuerzas:

De la figura N°1, se obtiene la siguiente relación:

$$(4) \quad \sum (E_L - E_R) - \sum (N \sin \alpha) + \sum (S_m \cos \alpha) - \sum (kW)$$

Substituyendo la ecuación 1 en la ecuación 4, se obtiene:

$$(5) \quad F_f = \frac{\sum (c' \beta \cos \alpha + (N - u\beta) \tan \phi' \cos \alpha)}{\sum N \sin \alpha + \sum kW - [D \cos \omega] \pm A}$$

La Fuerza Normal en la base de la dovela:

$$(6) \quad -W + (X_L - X_R) + N \cos \alpha + S_m \sin \alpha - [D \sin \omega] = 0$$

Substituyendo la ecuación 1 en la ecuación 6, se obtiene:

$$(7) \quad N = \frac{W + (X_R - X_L) - \frac{c' \beta \sin \alpha + u \beta \sin \alpha \tan \phi'}{F} + [D \sin \omega]}{\cos \alpha + \frac{\sin \alpha \tan \phi'}{F}}$$

El denominar de la ecuación 7 es comúnmente conocida con la variable, m_α . El factor de seguridad, F , es igual al factor de seguridad del equilibrio de momentos, F_m , cuando satisface el momento de equilibrio e igual al factor de seguridad, F_f , cuando satisface el equilibrio de fuerzas.

La ecuación 7 no puede resolver directamente el factor de seguridad (F) porque las fuerzas de corte, (X_L y X_R) no son conocidas.

La solución del factor de seguridad, es posible cuando las fuerzas de corte en cada dovela se asume que son iguales y se anulan (Fellenius, 1936). Cuando se asume que las fuerzas en la base de cada dovela son perpendiculares, se obtiene la siguiente ecuación:

$$(8) \quad N = W \cos \alpha - kW \sin \alpha + [D \cos(\omega + \alpha - 90)]$$

Usando la ecuación 8 y resolviendo la ecuación 3 y 5 se computa el valor de seguridad. El factor de seguridad de la ecuación 3 es el método de Fellenius y Ordinary.

Siguiendo, si se asume que las fuerzas interdovelas en la ecuación.7 son iguales a cero, la fuerza normal en la base puede ser computada por:

$$(9) \quad N = \frac{W - \frac{c' \beta \sin \alpha + u \beta \sin \alpha \tan \phi'}{F} + [D \sin \omega]}{\cos \alpha + \frac{\sin \alpha \tan \phi'}{F}}$$

Cuando la ecuación 9 es usada para resolver el factor de seguridad del equilibrio de momentos (ecuación 3).

La solución es conocida como el método simplificado Bishop's.

La ecuación 9 puede ser usada para resolver el Factor de seguridad del equilibrio de fuerzas (Ecuación 5). La solución es el método simplificado de Janbu's.

Se considera un talud inestable si su factor de seguridad se encuentre menor a la unidad siendo por lo general los siguientes factores de seguridad mínimos:

Caso	FS
Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1.7
Si la falla puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra específica o pérdidas consideradas importantes.	1.5
Si se pueden producir pérdidas económicas no muy importantes.	1.3
Si la falla del talud no causa daños.	1.2

6.6.4 Plan de Riesgo

6.6.4.1 Introducción

La ocurrencia de deslizamientos es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre debido a que los deslizamientos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc.

Cuando existe incertidumbre de la posibilidad o no de la ocurrencia de un fenómeno, generalmente, se toman decisiones equivocadas de diseño. El costo de un proyecto puede resultar muy alto o se tienen que asumir riesgos de características y magnitudes no determinadas.

La zonificación de amenazas y riesgos es una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente en las primeras etapas de planeación de un proyecto.

La zonificación consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas, de acuerdo al grado real o potencial de amenaza o de riesgo.

El mapeo puede realizarse sobre un área donde se tiene información de la ocurrencia de deslizamientos o se tiene un inventario de estos eventos, o sobre áreas en las cuales no se tiene conocimiento de deslizamientos en el pasado, pero se requiere predecir la posibilidad de amenazas hacia el futuro.

La zonificación puede efectuarse en diferentes escalas, de acuerdo a la Asociación Internacional de Ingeniería Geológica (1976).

1. Escala nacional (más de 1: 1.000.000). A esta escala se pueden tomar decisiones de política general pero no permite definir metodologías de prevención o manejo.
2. Escala regional (1:100.000 a 1:500.000).
3. Escala de cuenca (1:25.000 a 1:50.000). Esta escala da información de la amenaza o riesgo y permite realizar evaluaciones de costos.

Escala grande (1:5.000 a 1:15.000). Esta escala permite la toma de decisiones sobre prevención y manejo. Generalmente, la escala 1:5.000 es la mejor para establecer planes de manejo de los riesgos (Leroi, 1996).

Dependiendo de la escala se pueden obtener mapas de utilidad diversa, por ejemplo para planeación general se pueden utilizar mapas a escala regional, trabajando áreas de hasta 1.000 kilómetros cuadrados pero para zonificación urbana se requiere trabajar en escalas grandes que permitan trazar líneas muy claras de delimitación de las áreas de riesgo.

6.6.4.2 Vulnerabilidad

Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antrópico.

Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos.

6.6.4.3 Riesgo

Para la implementación de medidas de prevención y control es conveniente identificar los niveles de riesgo. El análisis de riesgo se fundamenta en la observación y registro de los indicadores tanto naturales como los producidos por acción antrópica, analizados desde el punto de vista de las consecuencias resultantes en el caso de formación o progreso de procesos de deslizamiento.

Estas consecuencias deben analizarse no solamente para las áreas urbanizadas sino teniendo en cuenta la posibilidad de ocupación o urbanización de las áreas aledañas. Para el análisis de riesgo es importante que sean definidos los tipos y procesos, sus parámetros de formación y progreso y la previsión de las consecuencias resultantes.

A partir de este procedimiento es posible caracterizar las situaciones de riesgo incluyendo sus dimensiones. En este sentido se puede concluir que se trata de varias situaciones de riesgo localizado, afectando solamente a algunos sitios específicos del área ocupada o una situación de riesgo generalizado que afecta a toda el área ocupada.

6.6.4.3.1 Análisis cualitativo del riesgo

Esta es la forma más simple de realizar un estudio de riesgo a deslizamientos, el cual incluye el adquirir el conocimiento de las amenazas, los elementos en riesgo y sus vulnerabilidades, pero expresando los resultados en forma cualitativa.

Los diversos atributos pueden clasificarse o calificarse en tal forma que se expresa el riesgo en una forma prácticamente verbal.

6.6.4.3.2 Análisis cuantitativo del Riesgo

El análisis cuantitativo del Riesgo incluye las siguientes actividades:

a) Elementos en riesgo

El objetivo es determinar la distribución probable del número, la naturaleza y características de los elementos en riesgo (personas y propiedades). Debe tenerse en cuenta la localización de los elementos en riesgo con relación a la amenaza (por ejemplo si se encuentran abajo del deslizamiento); si el elemento en riesgo está en una posición fija (ejemplo una casa) o es móvil (ejemplo personas o automóviles) y la posibilidad de medidas de mitigación como sistemas de alarma, etc.

b) Análisis de vulnerabilidad

El objetivo es medir el grado de daño o probabilidad de pérdida de vidas debida a la interacción del elemento en riesgo cuando el deslizamiento.

c) Análisis de Riesgo

El objetivo es determinar la distribución probable de las consecuencias del deslizamiento. El cálculo primario es una operación matemática basada en la amenaza, los elementos en riesgo y la vulnerabilidad de esos elementos, utilizando álgebra probabilística o métodos de simulación. Un estudio completo de riesgo debe definir el número de personas amenazadas así como las propiedades. Bergren (1992) propone una tabla para evaluar el valor total del riesgo de acuerdo a la posición de las personas o propiedades, con relación al deslizamiento en la forma indicada en las tablas 4.1 y 4.2.

Población afectada	A Número de Personas	B Factor de Presencia	Población amenazada = Ax B
Residentes			
Personas que viven permanentemente		1	
Personas que vienen los fines de semana (cabañas)		0.3	
Personas que permanecen en hoteles (Número de camas)		0.5	
Pacientes en Hospitales (Número de camas)		1	
Pacientes en Ancianatos (Número de camas)		1	
Visitantes de Día			
Número de Empleados de Oficinas o Fábricas, alumnos y niños en colegios		0.35	
Número promedio de clientes de almacenes y Centros comerciales		0.008	
Otros visitantes ocasionales		0.008	
Personas en Automóviles y autobuses			
Más de 5000 vehículos promedio por día		0.01	
500 a 5000 vehículos por día		0.005	
Menos de 500 vehículos por día		0.001	

Tabla 4.1 Análisis del Riesgo con relación a las personas (Bergren – 1992)

Propiedades Afectadas	Número de unidades	Factor de Cálculo	Valor de las propiedades amenazadas en dólares
Casas		Valor unitario	
Casas de área menor a 90 m ²			
Casas de área de 90 a 130 m ²			
Casas de área de 130 a 200 m ²			
Casas de área de más de 200 m ²			
Edificios		Valor por m ²	
Metros cuadrados de Edificios de vivienda			
Metros cuadrados de Escuelas, Oficinas y Almacenes			
Metros cuadrados de Bodegas y Edificios Industriales			
Estructuras Especiales		Valor unitario	
Puentes			
Estaciones Eléctricas			
Instalaciones de Agua, Gas, Tuberías diversas, etc.			
Areas diversas		Valor hectárea	
Jardines			
Calles, parqueaderos y áreas duras			
Bosques			
Areas agrícolas			

Tabla 4.2 Análisis de Riesgo con relación a Propiedades (Bergren – 1992)

6.6.4.4 Mitigación del Riesgo

El análisis del riesgo es a menudo interactivo con los efectos de las medidas de mitigación del riesgo que se valoren.

Esto puede influenciar la probabilidad o características de los deslizamientos (ejemplo reducir su volumen a velocidad), elementos en riesgo (ejemplo sistemas de alarma) o la vulnerabilidad. La efectividad de las medidas de mitigación del riesgo puede valorarse en un sentido económico o en una reducción potencial de muertes.

6.6.4.5 Caracterización y manejo del riesgo

La caracterización entre otras cosas debe definir la existencia de situaciones de riesgo localizado o generalizado. En el caso de riesgo localizado se deben identificar los puntos y las áreas de riesgo dentro de una determinada área estudiada.

Además, se debe definir si se trata de un riesgo emergencial o de un riesgo permanente o a largo plazo.

En el caso de una situación de emergencia se deben tomar decisiones en forma inmediata para eliminar o reducir determinada situación de riesgo localizado, debido a la inminencia de los procesos de inestabilidad, especialmente cuando la emergencia coincide con el periodo lluvioso.

6.6.4.6 Mapas de Riesgo

Con la información sobre la amenaza y con la información disponible sobre los elementos de riesgo, tales como áreas cultivadas, bosques, asentamientos humanos, obras de infraestructura existentes, elementos ambientales importantes, sitios arqueológicos, carreteras, etc., se debe analizar la vulnerabilidad de cada elemento al impacto de deslizamientos y los efectos que de este se derivan.

Al riesgo se le debe dar una escala y zonificar las áreas o puntos de riesgo.

Es conveniente colocar sobre un plano los diversos asentamientos humanos, indicando el tipo de construcción y las densidades poblacionales, para poder definir las magnitudes de los riesgos relacionados con vidas humanas y bienes materiales.

6.6.4.6.1 Elaboración del mapa de riesgo

Superponiendo los elementos o parámetros de los mapas indicados de amenazas y riesgos se puede elaborar un plano delimitando las áreas de riesgo, dándole un peso determinado a cada factor y analizando las situaciones sitio por sitio, con la ayuda de los diversos planos.

Deben determinarse en cada sector el tipo de proceso, las áreas de influencia y el nivel de riesgo en lo referente a la posibilidad de pérdida de vidas humanas, bienes materiales y obras de infraestructura y la evolución de los procesos con referencia al tiempo y al espacio.

6.7 Metodología

6.7.1 Diseño del muro de gaviones

6.7.1.1 Cálculo de empuje

Datos:

Parámetros de diseño

$h =$	4.00m	Altura del muro
$B =$	3.00m	Base del muro despreciando los escalones externos
$a =$	1.00m	Ancho del muro en la corona
$\alpha =$	6	Inclinación del muro con la vertical en grados
$\gamma =$	1.86t/m ³	Peso específico del suelo

Parámetros de Geotécnicos (Ver ANEXO Pág. 160)

$C =$	0.70t/m	Cohesión
$\delta =$	φ	Ángulo de fricción interna entre el muro y el terreno
$\delta =$	28.8	Ángulo de fricción entre el muro y el terreno en grados
$\gamma_s' =$	2.66t/m ³	Peso específico de la roca de relleno (<i>Ver ANEXO Pág.162</i>)
$\sigma_{adm} =$	2.00kg/cm	
$\varepsilon =$	0	Angulo del talud sobre el muro con la horizontal

El ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal vale:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{h}{B-a}\right) + \alpha \longrightarrow \text{cuando los escalones este hacia adentro}$$

$$\beta = 69.43$$

$$\beta = 90 + \alpha \quad \longrightarrow \quad \text{cuando los escalones estén hacia afuera}$$

$$\beta = 96$$

Coefficiente de empuje activo

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta * \text{sen}(\beta - \delta) * \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) * \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_a = 0.52 \quad \longrightarrow \quad \text{hacia dentro}$$

$$K_a = 0.27 \quad \longrightarrow \quad \text{hacia afuera}$$

Determinar la altura

$$H = [h + (B + a) \tan \alpha] \cos \alpha$$

$$H = 4.40\text{m}$$

Suele ser conveniente despreciar la cohesión, ya que ésta se modifica con el tiempo y tiene gran influencia sobre el valor final del empuje.

En el caso de que exista una sobre carga sobre el muro de retención, q, ésta es asimilada a un relleno de altura h_s de las mismas características del relleno.

De esta forma se tiene que:

Dato

$$q = 0.50 \text{ t/m}^2$$

$$hs = q / \gamma_s$$

$$hs = 0.27 \text{ m}$$

Empuje activo

$$E = \frac{1}{2} * Ka * \gamma_s * H^2 * \left(1 + \frac{2hs}{H}\right) - 2Ka^2 * C * H$$

$$E = 8.82 \text{ t/m}$$

La altura del lugar de aplicación del punto activo "d", medida verticalmente desde la horizontal que pasa por el punto de giro "F".

* Para condición de sobrecarga

$$d = \frac{H}{3} * \left(\frac{H + 3hs}{H + 2hs}\right) - B * \text{sen} \alpha$$

$$d = 1.23 \text{ m}$$

* Para condición de sin sobrecarga

$$d = \frac{H}{3} - B * \text{sen} \alpha$$

$$\alpha = 0$$

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

6.7.1.2 Estabilidad de muro

6.7.1.2.1 Verificación de la seguridad de deslizamientos

Componentes vertical y horizontal de E_a

$$E_v = E_a * \text{sen}(90 + \delta - \beta)$$

$$E_v = 6.70 \text{ t/m}$$

$$E_h = E_a * \text{cos}(90 + \delta - \beta)$$

$$E_h = 5.75 \text{ t/m}$$

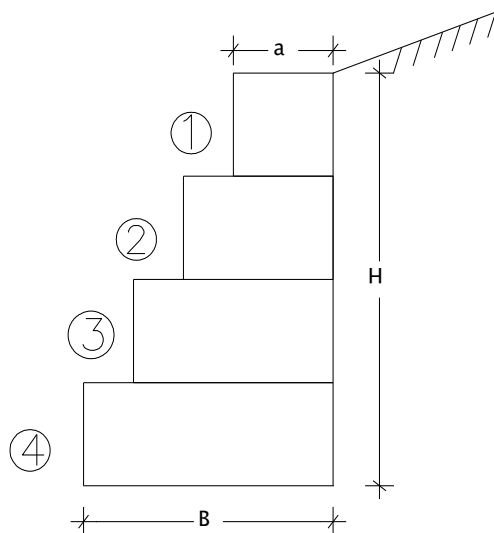
Peso específico de los gaviones

$$n = 0.3 \quad \text{Especificación}$$

$$\gamma_g = \gamma_s * (1 - n)$$

$$\gamma_g = 1.86 \text{ t/m}^3$$

El peso del muro de retención, por unidad de ancho.



N° de niveles	H (m)	B (m)	Notas
1	1	1.0	La pared exterior puede ser vertical
2	2	1.5	
3	3	2.0	
4	4	2.5	
5	5	3.0	La porción sombreada del nivel 4 no requiere canasta
6	6	3.5	Las porciones sombreadas de nivel 4 y 5 no requiere canasta

Am= Área de la sección del muro

$$Am= 7.00 \text{ m}^2$$

$$W= Am * \gamma$$

$$W= 13.03 \text{ t/m}$$

Coficiente de deslizamiento

$$CD = \left(\frac{((W + Ev) * \cos \alpha) * \tan \phi + (W + Ev) * \sin \alpha + C * B}{Eh * \cos \alpha} \right)$$

$$CD= 2.67$$

$$2.67 > 1.50$$

Se cumple la especificación, es decir, no se produce deslizamiento del muro de retención.

6.7.1.2.2 Verificación de la seguridad al volteamiento

$$M_v = E_h \cdot d$$

$$M_v = 7.08 \text{ t-m/m}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo.

$$S' = B \cos \alpha - H / 3 \left(\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right) \frac{1}{\tan \beta}$$

$$S' = 2.40 \text{ m}$$

El punto de aplicación del peso se localiza en:

Sistema coordenado cuyo origen coincide con el punto F

$$X_g = 1.08 \text{ m}$$

$$Y_g = 1.56 \text{ m}$$

→ Valores obtenidos gráficamente

$$S'' = X_g \cdot \cos a + Y_g \cdot \sin a$$

$$S'' = 1.24 \text{ m}$$

Momento resistente

$$M_r = W \cdot S' + E_v \cdot S''$$

$$M_r = 39.61 \text{ t-m/m}$$

Coefficiente de volteamiento es igual

$$C_v = M_r / M_v > 1.5$$

$$C_v = 5.60 > 1.5$$

Por lo tanto el muro de retención no se volteará.

6.7.1.2.3 Verificación de la tensión en el suelo

Resultante de las fuerzas normales

$$N = (W + Ev) \cos a + Eh \cdot \text{Sen } a$$

$$N = 20.22 \text{ t/m}$$

Excentricidad de la resultante

$$M = M_r - M_v$$

$$M = 32.54 \text{ t-m/m}$$

$$e = B / 2 - M / N$$

$$e = -0.11 \text{ m}$$

$$e < B/6$$

$$e < 3m/6$$

$$e < 0.50 \text{ m}$$

entonces:

$$-0.11 \text{ m} < 0.50 \text{ m}$$

De acuerdo con este resultado la resultante cae dentro del núcleo central, es decir se localiza dentro del tercio medio de la base.

Esfuerzo resultantes $\sigma_1 = \frac{N}{B} * \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$

$$\sigma_1 = 5.27 = 0.53 \text{ kg/cm} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{B} * \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$$

$$\sigma_2 = 8.21 = 0.82 \text{kg/cm} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{adm} = 2.00 \text{kg/cm}$$

6.7.1.3 Verificación de sección intermedia

Parámetros de diseño

h =	3.00m	Altura del muro
B =	2.00m	Base del muro despreciando los escalones externos
a =	1.00m	Ancho del muro en la corona
$\alpha =$	6	Inclinación del muro con la vertical en grados
$\gamma =$	1.86t/m ³	Peso específico del suelo

Parámetros de Geotécnicos(Ver ANEXO Pág. 160)

C=	0.70t/m	Cohesión
$\delta =$	φ	Ángulo de fricción interna entre el muro y el terreno
$\delta =$	28.8	Ángulo de fricción entre el muro y el terreno en grados
$\gamma_s' =$	2.66t/m ³	Peso específico de la roca de relleno (Ver ANEXO Pág. 162)
$\sigma_{adm} =$	2.00kg/cm	

El ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal vale:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{h}{B-a}\right) + \alpha \quad \longrightarrow \quad \text{cuando los escalones este hacia adentro}$$

$$\beta = 77.57$$

$$\beta = 90 + \alpha \quad \longrightarrow \quad \text{cuando los escalones estén hacia afuera}$$

$$\beta = 96$$

Coeficiente de empuje activo

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2\beta * \text{sen}(\beta - \delta) * \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) * \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \varepsilon)}}\right)^2}$$

$$K_a = 0.27 \longrightarrow \text{hacia afuera}$$

Determinar la altura

$$H = [h + (B + a) \tan \alpha] \cos \alpha$$

$$H = 3.30\text{m}$$

Suele ser conveniente despreciar la cohesión, ya que ésta se modifica con el tiempo y tiene gran influencia sobre el valor final del empuje.

En el caso de que exista una sobre carga sobre el muro de retención, q , ésta es asimilada a un relleno de altura h_s de las mismas características del relleno.

De esta forma se tiene que:

Dato:

$$q = 0.50\text{t/m}^2$$

$$h_s = q / \gamma_s$$

$$h_s = 0.27\text{m}$$

Empuje activo

$$E = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H^2 * \left(1 + \frac{2h_s}{H}\right) - 2K_a^2 * C * H$$

$$E = 2.81\text{t/m}$$

La altura del lugar de aplicación del punto activo "d", medida verticalmente desde la horizontal que pasa por el punto de giro "F".

* Para condición de sobrecarga

$$d = \frac{H}{3} * \left(\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right) - B * \operatorname{sen} \alpha$$

$$d = 0.97\text{m}$$

6.7.1.3.1 Estabilidad del muro

6.7.1.3.1.1 Verificación de la seguridad de deslizamiento

Componentes vertical y horizontal de E_a

$$E_v = E_a * \operatorname{sen}(90 + \delta - \beta)$$

$$E_v = 1.85\text{t/m}$$

$$E_h = E_a * \operatorname{cos}(90 + \delta - \beta)$$

$$E_h = 2.11\text{t/m}$$

Peso específico de los gaviones

$$n = 0.3 \quad \text{Especificación}$$

$$\gamma_g = \gamma_s * (1 - n)$$

$$\gamma_g = 1.86\text{t/m}^3$$

El peso del muro de retención, por unidad de ancho

$$A_m = \text{Área de la sección del muro}$$

$$A_m = 4.50 \text{ m}^2$$

$$W = Am * \gamma$$

$$W = 8.38 \text{ t/m}$$

Coefficiente de deslizamiento

$$CD = \left(\frac{((W + Ev) * \cos \alpha) * \tan \phi + (W + Ev) * \sin \alpha + C * B}{Eh * \cos \alpha} \right)$$

$$CD = 3.90$$

$$3.90 > 1.50$$

Se cumple la especificación, es decir, no se produce deslizamiento del muro de retención.

6.7.1.3.1.2 Verificación de la seguridad al volteamiento

$$Mv = Eh * d$$

$$Mv = 2.11 \text{ t/m} * 0.97 \text{ m}$$

$$Mv = 2.04 \text{ t-m/m}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo.

$$S' = B \cos \alpha - H / 3 ((H + 3hs) / (H + 2hs)) 1 / \tan \beta$$

$$S' = 1.73 \text{ m}$$

El punto de aplicación del peso se localiza en:

Sistema coordinado cuyo origen coincide con el punto F.

$Xg = 0.92 \text{ m}$ $Yg = 1.21 \text{ m}$	\longrightarrow	Valores obtenidos gráficamente
---	-------------------	-----------------------------------

$$S'' = X_g \cdot \cos a + Y_g \cdot \sin a$$

$$S'' = 1.04 \text{ m}$$

Momento resistente

$$M_r = W \cdot S' + E_v \cdot S''$$

$$M_r = 16.42 \text{ t-m/m}$$

Coefficiente de volteamiento es igual

$$C_v = M_r / M_v > 1.5$$

$$C_v = 8.05 > 1.5$$

Por lo tanto el muro de retención no se volteará.

6.7.1.3.1.3 Verificación de las tensiones en el suelo

Resultante de las fuerzas normales

$$N = (W + E_v) \cos a + E_h \cdot \sin a$$

$$N = 10.39 \text{ t/m}$$

Excentricidad de la resultante

$$M = M_r - M_v$$

$$M = 14.38 \text{ t-m/m}$$

$$e = B / 2 - M / N$$

$$e = -0.38 \text{ m}$$

$$X = 0.5 \cdot B - e / 0.4$$

$$X = 0.5 \cdot 2 \text{ m} - 0.38 \text{ m} / 0.4$$

$$X = 1.96\text{m}$$

Resultante de las fuerzas tangenciales

$$T = E_h * \cos \alpha + (W + E_v) * \sin \alpha$$

$$T = 1.03\text{t/m}$$

Angulo de fricción interna de los gaviones.

$$\varphi^* = 25 * \gamma_g - 10$$

$$\varphi^* = 36.55 \text{ grados}$$

Cohesión del gavión

$$P_u = 8.6 \longrightarrow \text{Por especificación}$$

$$C_g = 10 * (0.03 P_u - 0.05)$$

$$C_g = 2.08\text{t/m}^2$$

Esfuerzo normal y tensión tangencial admisible.

$$\sigma_{admissible} = 50 \gamma_g - 30$$

$$\tau_{admissible} = \frac{N}{B} * \tan \varphi^* + C_g$$

$$\sigma_{adm} = 63.10 \text{ t/m}^2 = 6.31 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm} = 5.93\text{t/m}^2 = 0.59 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= N / (0,8 X) < \sigma_{\text{adm}} \\ \sigma_{\max} &= 6.63\text{t/m}^2 = 0.66 \text{ kg/cm}^2 < 6.31 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

O.K Si cumple

$$\begin{aligned}\tau_{\max} &= T / B < \tau_{\text{adm}} \\ \tau_{\max} &= 0.51\text{t/m}^2 = 0.05 \text{ kg/cm}^2 < 0.59 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

O.K Si cumple

Cumple con las especificaciones y no exceden los esfuerzos normal y tangencial.

Por tanto el diseño del muro y las especificaciones se encuentra detallado en el en el anexo de planos.

El plano contiene:

*Diseño en planta

*Sección transversal

6.7.2 Cuneta de coronación

6.7.2.1 Coeficiente de escorrentía

Este coeficiente relaciona el tipo de superficie con respecto al escurrimiento de la pluviometría.

Tomar los datos de la Tabla 2.3 (Coeficiente de escorrentía)

$$C = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{A_t}$$

Tipo de superficie		Áreas (Ha)	Ci	Ai.Ci
Casas multifamiliares separadas		1.00	0.50	0.50
Áreas del centro de la ciudad		0.70	0.70	0.49
Parques, cementereos		2.00	0.20	0.40
Áreas no desarrolladas		10.00	0.20	2.00
Calles	Asfaltadas	0.80	0.80	0.64
	Adoquinadas	0.50	0.75	0.38
Suelos pesados		15.00	0.20	3.00
		$\Sigma =$ 30.00		7.41
			$C = \frac{7.41}{30.00} =$	0.25

6.7.2.2 Tiempo de entrada (te)

$$te = 0.3 \left[\frac{L}{J^{1/4}} \right]$$

te= horas

J= pendiente media (o/uno)

L= 1500 m = 1.5 km

L = Tomada de la Carta topográficas del IGM, escala

Cota mayor = 1180 m

Cota menor = 1151 m

$$J = \frac{(Cota\ mayor - Cota\ menor)}{L}$$

J= 0.193

te= 0.56 Horas

te= 33 min

6.7.2.3 Determinación de la intensidad

Empecemos calculando el valor correspondiente a Intensidad.

Para un tiempo de concentración entre $5 < t < 40$ minutos.

Calculado anteriormente tenemos:

$$I = \frac{KT^m \times P_{\max 24}}{t^n}$$

Conocemos que **Pmax 24 horas** = 123.4 mm/h

Se asume:

$$t = 15 \text{ años}$$

$$T = 25 \text{ años}$$

$$I = \frac{1.63 * 25^{0.135} * 123.4}{15^{0.355}}$$

$$I = 118.8 \text{ mm/h}$$

6.7.2.4 Cálculo del caudal de diseño

El caudal de diseño se lo calculará aplicando el método racional; este método toma en cuenta el área de la cuenca de aportación y la intensidad de precipitación.

$$Q = C.I.A./360$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (m³/sg)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia (mm/h)

A= Área de aportación (Ha)

$$C = 0.25$$

$$I = 118.77 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$A = 30.00 \text{ Ha} \longrightarrow \text{Determinado en la Carta topográfica del IGM}$$

$$Q = 2.44 \text{ m}^3/\text{sg}$$

6.7.2.5 Diseño del canal trapezoidal

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

Q = Caudal (m³/sg)

J = Gradiente hidráulica

n = Coeficiente de rugosidad Maning

m = 0.50

Sección Optima

b = 1,155d

m = 0.557

P = b + 2d √1+m²

A = b*d + m*d²

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

Q = 2.443 m³/sg

n = 0.013 → Coeficiente de maning

J = 0.193

Reemplazando:

$$Q = \frac{b * d + m * d^2}{n} \left(\frac{b * d + m * d^2}{b + 2 * d * \sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$Q = \frac{1,155d + 0,50 * d^2}{n} \left(\frac{1,155d + 0,50 * d^2}{1,155d + 2 * d\sqrt{1 + 0,50^2}} \right)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$Q = \frac{1,655d^2}{n} \left(\frac{1,655d^2}{1,155d + 2,24d} \right)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$Q = \frac{1,025^{8/3}}{n} * d * J^{1/2}$$

Doy valores de d hasta igualar las ecuaciones.

$$d = 1.35 \text{ m} \cong 1.35 \text{ m}$$

$$2.44 = 2.44$$

$$s = (5-30)\% \text{ Seguridad del calado}$$

$$s = 20 \%$$

$$h = d + s$$

$$h = 1.55 \text{ m} \cong 1.55 \text{ m}$$

$$b = 1,155d$$

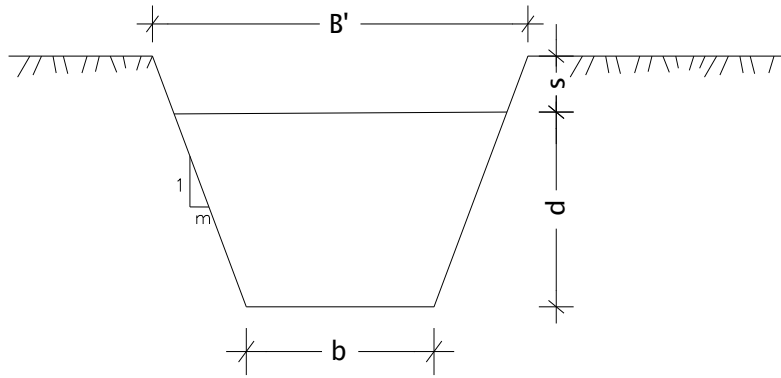
$$b = 1.56 \text{ m} \cong 1.55 \text{ m}$$

$$Ac = (b * h + m * h^2)$$

$$Ac = 3.62 \text{ m}^2$$

$$B' = b + 2mh$$

$$B' = 3.11 \text{ m}$$



Las especificaciones del canal de encuestas detalladas en el plano2.

6.7.3 Estabilidad de taludes

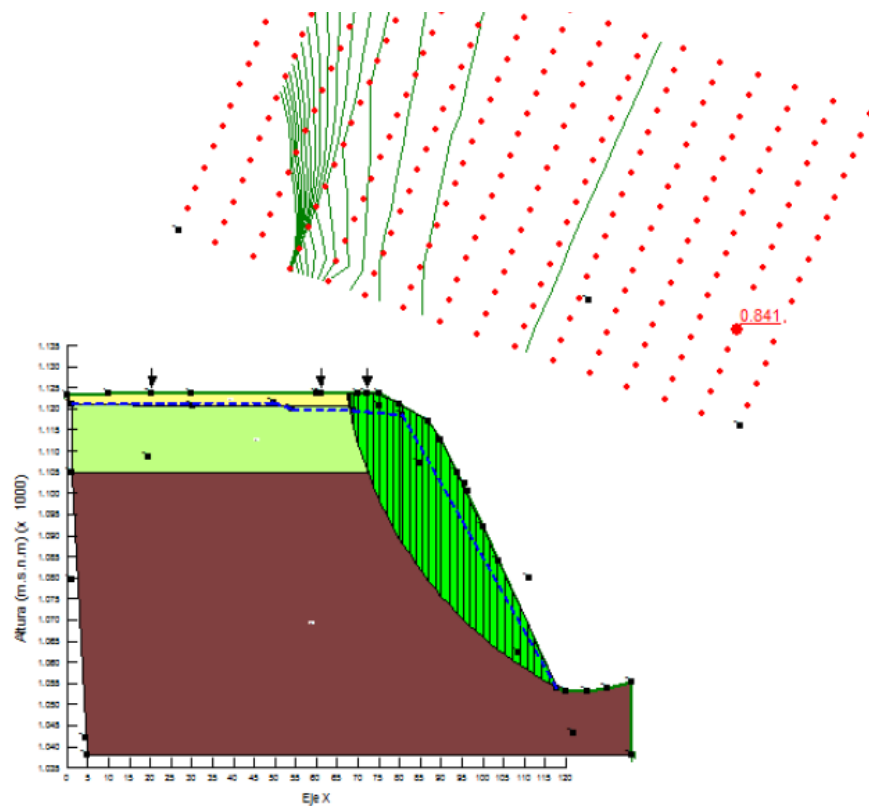
6.7.3.1 Consideraciones de diseño

1. Estratigrafía del Suelo con las condiciones actuales de carga y nivel freático
2. Estratigrafía del Suelo con las condiciones actuales de carga
3. Estratigrafía del Suelo SIN CARGAS

Comenzamos preparando datos para calcular el coeficiente de seguridad del talud con las siguientes características:

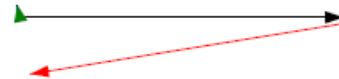
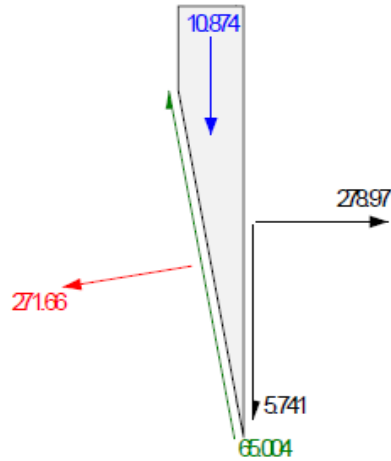
Resultados obtenidos por el programa GEOSPLE

Caso 1. Estratigrafía del Suelo con las condiciones actuales de carga y nivel freático⁴



⁴ Los datos de diseño son proporcionados por un estudio previo de la Secretaría Nacional de Riesgos.

Resultados obtenidos por el programa GEOSPLE



Factor of Safety 0.84128

Phi Angle 28.77

C (Strength) 68.64 KN/m²

C (Force) 203.84

Slice Width 0.51789

Mid-Height 1.5282

Base Length 2.9698

Base Angle -79.956

Anisotropic Strength Mod. 1

Applied Lambda 0.6378

Weight (incl. Vert. Seismic) 10.874

Base Normal Force 271.66

Base Normal Stress 91.475

Base Shear Res. Force -54.686

Base Shear Res. Stress -18.414

Base Shear Mob. Force -65.004

Base Shear Mob. Stress -21.889

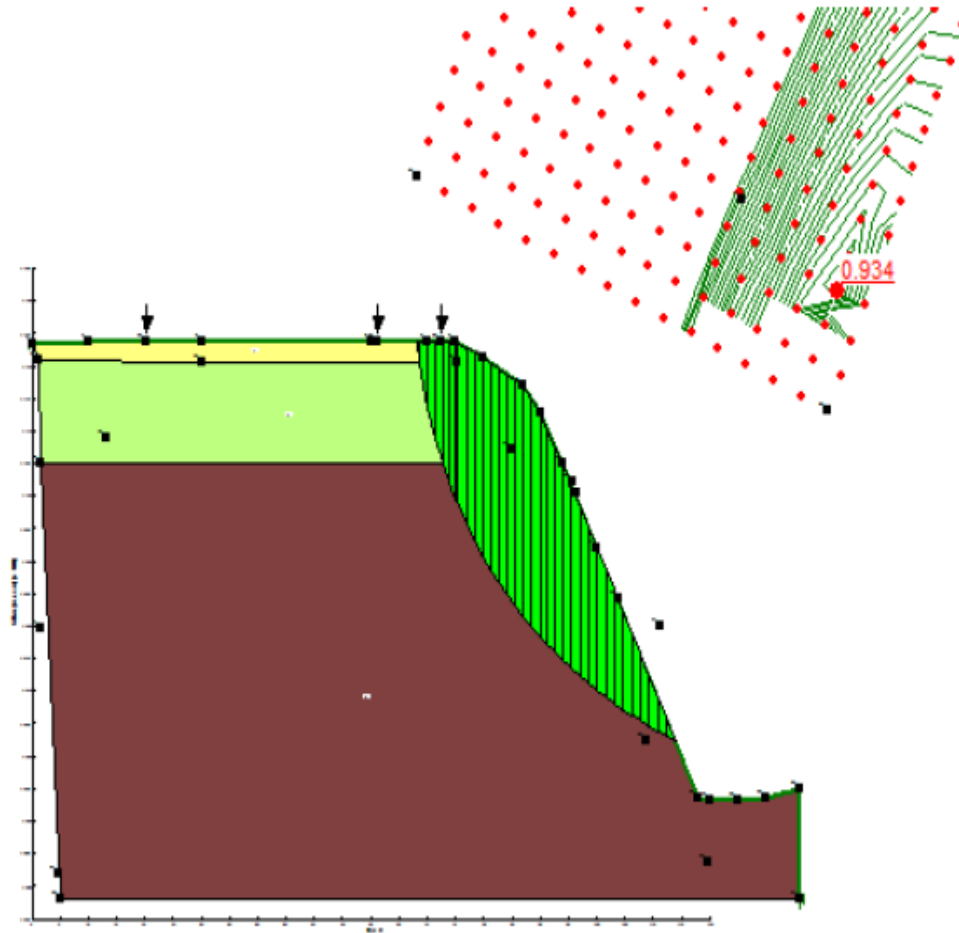
Right Side Normal Force 278.97

Right Side Shear Force 5.741

Polygon Closure 1.3949

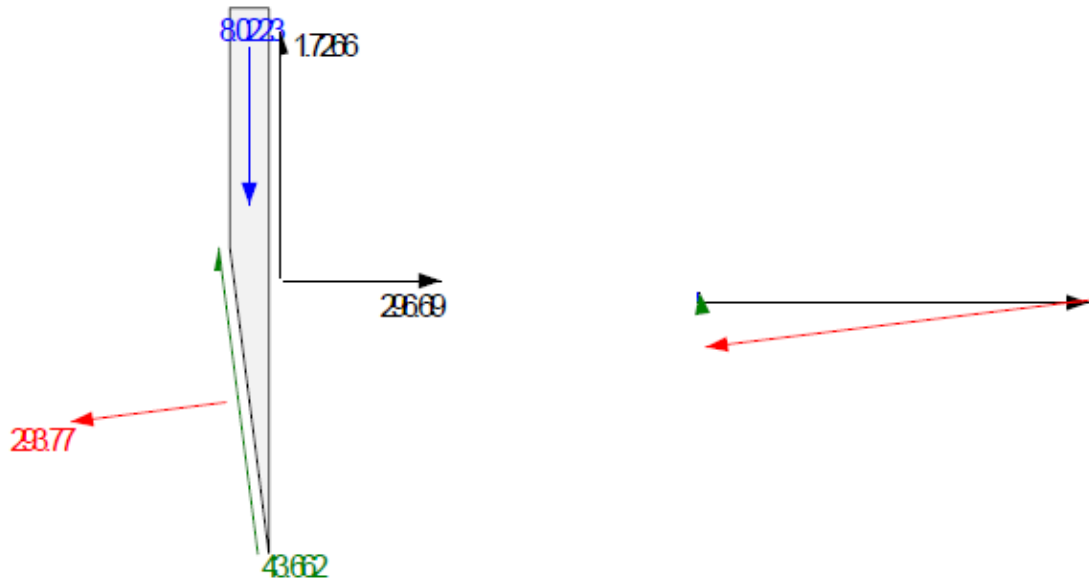
Resultados obtenidos por el programa GEOSPLE

Caso 2: Estratigrafía del Suelo con las condiciones actuales de carga



FS= 0,934 INSUFICIENTE

Slice 1 - Morgenstern-Price Method



Factor of Safety 0.93393

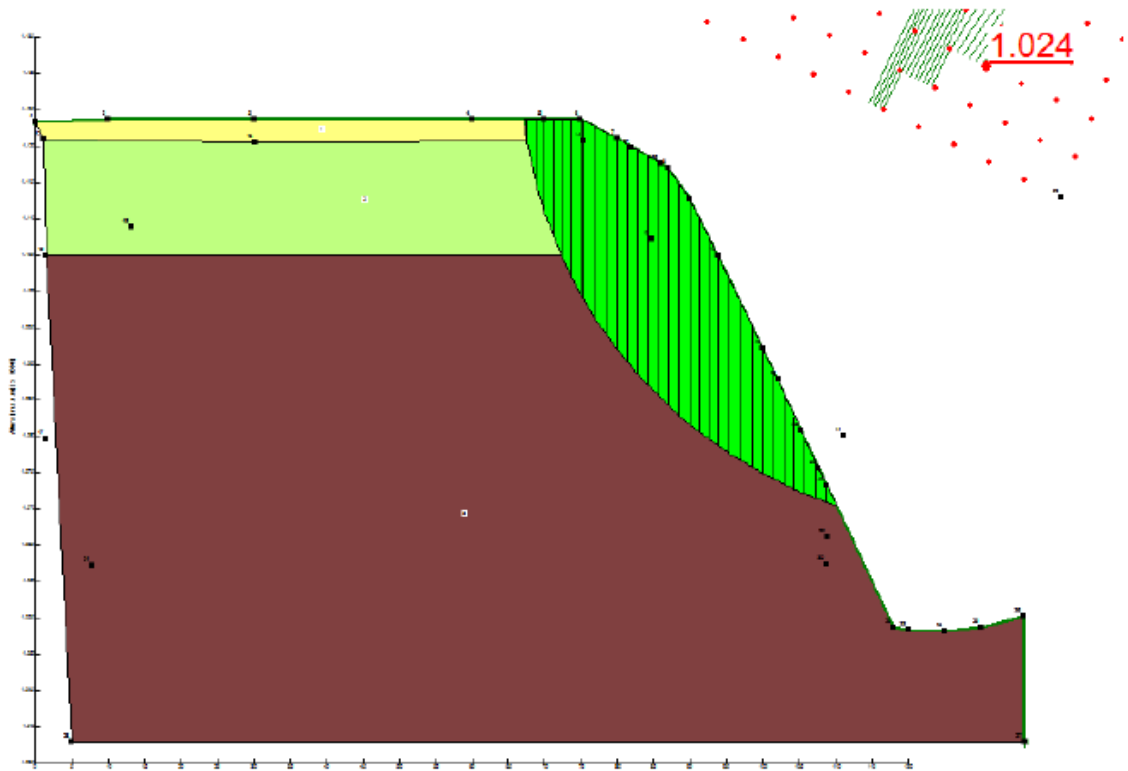
Phi Angle 28.77
 C (Strength) 68.64
 C (Force) 202.08
 Slice Width 0.37087
 Mid-Height 1.5743
 Base Length 2.9441
 Base Angle -82.764

Anisotropic Strength Mod. 1

Applied Lambda -0.2277
 Weight (incl. Vert. Seismic) 8.0223
 Base Normal Force 293.77
 Base Normal Stress 99.784
 Base Shear Res. Force -40.777
 Base Shear Res. Stress -13.851
 Base Shear Mob. Force -43.662
 Base Shear Mob. Stress -14.831
 Right Side Normal Force 296.69
 Right Side Shear Force 1.7266
 Polygon Closure 1.4834

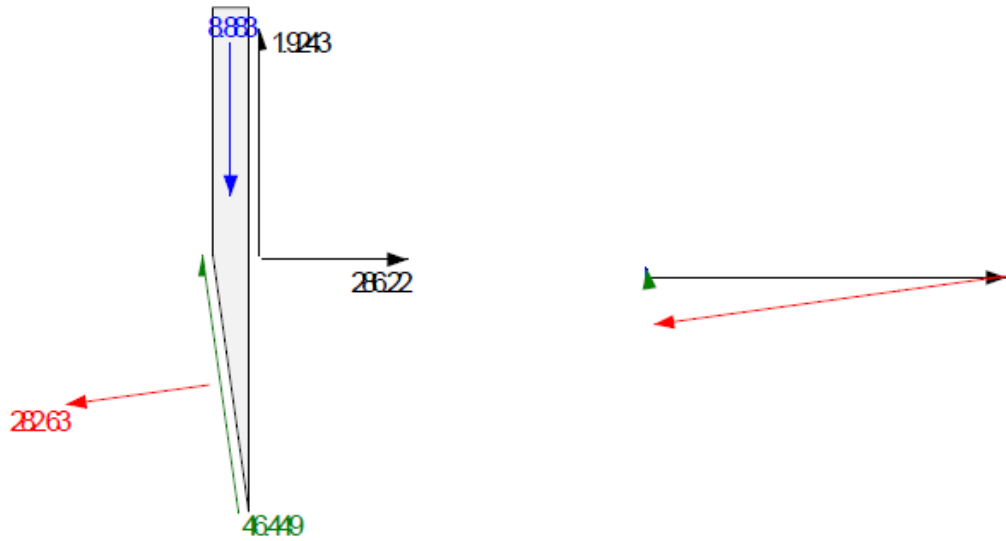
Resultados obtenidos por el programa GEOSPLE

Caso 3. Estratigrafía del Suelo SIN CARGAS



FS: 1.024 LIMITE

Slice 1 - Morgenstern-Price Method



Factor of Safety 1.0238

Phi Angle 28.77
 C (Strength) 68.64
 C (Force) 202.74
 Slice Width 0.40791
 Mid-Height 1.5849
 Base Length 2.9537
 Base Angle -82.061

Anisotropic Strength Mod. 1
 Applied Lambda -0.2254
 Weight (incl. Vert. Seismic) 8.883
 Base Normal Force 282.63
 Base Normal Stress 95.688
 Base Shear Res. Force -47.554
 Base Shear Res. Stress -16.1
 Base Shear Mob. Force -46.449
 Base Shear Mob. Stress -15.726
 Right Side Normal Force 286.22

Right Side Shear Force 1.9243
 Polygon Closure 1.4311
 Top Left Coordinate 67.172, 1123.6
 Top Right Coordinate 67.58, 1123.6
 Bottom Left Coordinate 67.172,
 1123.6
 Bottom Right Coordinate 67.58,
 1120.7

6.7.3.2 Mitigación de deslizamiento

Para el caso de estabilizar un talud, debe tenerse en cuenta que nunca existen diseños detallados inmodificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial. Entre los métodos de estabilización se consideran:

Conformación del Talud o Ladera:

Sistemas que tienden a lograr un equilibrio de masas, reduciendo las fuerzas que producen el movimiento.

<i>Método</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Remoción de materiales de la cabeza del talud	Muy efectivo en la estabilización de deslizamientos	En movimientos muy grandes las masas a remover tendrían una gran magnitud
Abatimiento de la pendiente	Efectivo especialmente en suelos friccionantes	No es viable económicamente en taludes de gran altura
Terraceo de la superficie	Además de la estabilidad del deslizamiento permite construir obras para controlar la erosión	Cada terraza debe ser estable independientemente.
Construcción de Obras	Permite dar estabilidad de talud ya sea con la construcción de muros, pantallas ancladas, etc.	Se debe considerar el diseño independiente de cada obra.

Se ha realizado algunos análisis de las condiciones del talud para poder considerar la más aceptable.

En la tabla 5.1. Nos muestra un resumen de los casos analizados.

Se han analizado 6 alternativas para poder tomar decisiones al estabilizar el talud, las cuales dos corresponden a un talud que a pesar de las obras implantadas continúa inestable, otra alternativa que el factor de seguridad obtenido no aplica a las condiciones de carga expuestas debido a que es insuficiente por contener una estructura susceptible a falla, dos alternativas que nos da un factor de seguridad aceptable logrando la estabilidad del talud y otra que nos brinda el factor de adecuado.

En este contexto, las tres alternativas que corresponden a un talud aceptable poseen las siguientes condiciones:

-Control de erosión pluvial obras de drenaje superficial.

-No se contempla estructuras sobre la carga del talud.

Siendo la alternativa la modificación geométrica con más bermas sin la carga del edificio (de arriba hacia abajo: talud, 1h:1v, berma 3m, talud 1h:1v, berma 3m, talud 1.5h:1v) la más recomendada para la estabilización del sector, con la inclusión el sistema de drenaje.

Caso	Fs	Conclusión
RECUBRIMIENTO DEL TALUD CON ANCLAJES CONSIDERANDO LAS CARGAS DE LA TORRE Y EL EDIFICIO	0.968	INSUFICIENTE
MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CABEZA DEL TALUD CONSIDERANDO LA CARGA DEL EDIFICIO, (SE ELIMINA LA TORRE) (DE ARRIBA HACIA ABAJO: TALUD, 1H:1V, BERMA 2M, TALUD 1H:1V, BERMA 3M, TALUD 1H:1V)	0.934	INSUFICIENTE
MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DEL TALUD (DE ARRIBA HACIA ABAJO: TALUD, 1H:1V, BERMA 2M, TALUD 1H:1V, BERMA 3M, TALUD 1H:1V) CON LA INCLUSIÓN DE ANCLAJES DE REFUERZO INCLUIDA LA CARGA DEL EDIFICIO	1.248	TALUD ESTABLE CUANDO LA FALLA DEL TALUD NO CAUSA DAÑOS (PARA EL CASO NO APLICA)
MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DEL TALUD SIN LA CARGA DEL EDIFICIO	1.209	TALUD ESTABLE SIN POSIBLES DAÑOS A INFRAESTRUCTURAS POR LO TANTO ES ACEPTABLE.
MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DEL TALUD INCLUIDO ANCLAJES SIN LA CARGA DEL EDIFICIO	1.210	TALUD ESTABLE SIN POSIBLES DAÑOS A INFRAESTRUCTURAS POR LO TANTO ES ACEPTABLE
MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA CON MAS BERMAS SIN LA CARGA DEL EDIFICIO (DE ARRIBA HACIA ABAJO: TALUD, 1H:1V, BERMA 3M, TALUD 1H:1V, BERMA 3M, TALUD 1.5H:1V)	1.425	TALUD ESTABLE

Tabla 5.1 Resumen de casos analizados

6.7.4 Plan de riesgo

6.7.4.1 Objetivo del plan de riesgo

- Desarrollar actividades para reducir riesgos existentes dentro de la población de Mera, provincia de Pastaza; y realizar preparativos para responder adecuadamente en caso de emergencias.
- Proteger a la población y sus recursos dentro de área de su influencia.
- Alertar a las Autoridades del Cantón Mera sobre las consecuencias que podría ocasionar un deslizamiento, a fin de que establezcan la planificación adecuada.
- Instruir a la población sobre los efectos que tendrían que afrontar ante este fenómeno.
- Determinar alternativas de mitigación para garantizar la estabilidad de la terraza aluvial sobre la cual se encuentra asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza.

6.7.4.2 Construcción del Escenario de Riesgos

6.7.4.2.1 Descripción del área

La ciudad de Mera, provincia de Pastaza, está asentada en la terraza aluvial la cual presenta un riesgo inminente de erosión pluvial y fluvial. Sobre la terraza aluvial se encuentra asentada una población además es la vía principal que conecta la provincia de Tungurahua con la provincia de Pastaza, por este motivo tiene un alto grado de circulación vehicular pesado y liviano.

La longitud a lo largo de la zona de estudio es de 900m.

Mera se halla ubicada a 1.150 msnm; su posición astronómica es de 78°5' de Longitud Occidental y a 1°30' de Latitud Sur.

6.7.4.2.2 Análisis de la amenaza

La evaluación de la amenaza de deslaves por la erosión fluvial y aluvial se basa en observaciones durante el recorrido del sector, testimonios de los pobladores, levantamientos de información en sitios identificados como críticos, análisis de información existente y análisis de mapas topográficos.

Características de la amenaza

Frecuencia: representa el número de veces en el año que ocurre determinada amenaza.

Magnitud: se refiere a la afectación causada en el sector considerada como: baja, media, alta y muy alta.

Intensidad: nos permite estimar la fuerza con la que se manifiesta la amenaza, además determinar un porcentaje de área física que se vería afectada por la amenaza analizada.

La identificación de la amenaza se alcanza al analizar la intensidad, cobertura y frecuencia, de la amenaza y se constituye en la primera parte para la construcción del escenario de riesgo.

Identificación de la amenaza	Frecuencia	Magnitud	Intensidad
Erosión fluvial	alta	media	baja
Erosión pluvial	alta	media	media
Deslave	baja	alta	media

Tabla 6.1. Características de la amenaza

6.7.4.2.3 Análisis de la vulnerabilidad

Se concibe al Análisis de Vulnerabilidad como un proceso para determinar la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza.

Este análisis permitirá posteriormente analizar el Riesgo, al considerar las interacciones de los elementos de distinto nivel de vulnerabilidad con el factor natural o antrópico que representa amenaza o peligro.

Debe tenerse en cuenta que se considera como “elementos bajo riesgo”, al “...contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre tales como edificaciones, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza” (Cardona, 1993).

Tomando en consideración los criterios de esta matriz se pudo identificar distintos factores de carácter físico, social o económico que en conjunto constituyen la Vulnerabilidad Global de la ciudad.

Vulnerabilidad Física:

1. Materiales de construcción de las edificaciones.
2. Cobertura de servicios básicos en las viviendas.
3. Accesibilidad interna.

Vulnerabilidad Social:

1. Nivel de instrucción.

Vulnerabilidad Económica:

1. Fondo económico para emergencias.

Factor	Condición	Si	No	Observación
Físico	Conoce la calidad de los materiales que se encuentran construidas las viviendas asentadas en la terraza aluvial.	X		Materiales de construcción precarios conformarán edificaciones de mayor fragilidad
	El lugar de estudio ha sido afectada por eventos adversos	X		
	Conoce cuáles son las características geológicas, calidad y tipo de suelo donde se asienta la población	X		
	Las construcciones cumplen el código de construcción vigente		X	
	Existe un buen nivel de accesibilidad y circulación dentro de la ciudad	X		
	La ciudad cuenta con áreas de emergencia seguras frente a emergencias o desastres		X	
	Las vías principales de acceso a la ciudad son seguras	X		
Económico	La ciudad cuenta con asignación de recursos para la preparación ante desastres		X	
	Disponen de un fondo económico para responder ante situaciones de emergencia		X	
Social	Existe un plan de emergencia para un situación adversa		X	
	Existe disponibilidad por parte de los habitantes para participar en procesos de capacitación	X		
	Han desarrollado antes campañas de sensibilización para desastres		X	
	Las autoridades conocen los desastres	X		
	Cuenta la población con un buen nivel de educación		X	

Tabla 6.2. Factores de vulnerabilidad.

6.7.4.2.3.1 La vulnerabilidad física

Esta forma de vulnerabilidad se relaciona con la susceptibilidad que tiene un elemento a sufrir un daño o pérdida, considerando sus características físicas de fragilidad o resistencia.

En este caso, para evaluar la vulnerabilidad física de la ciudad de Mera se analizará a las edificaciones desde el analizando sus materiales de construcción y la cobertura o carencia de infraestructura de servicios básicos en ellas.

Además se ha considerado a la accesibilidad, entendida como el grado de facilidad o posibilidades para llegar o desplazarse de un lugar a otro, como parte de la vulnerabilidad física de la ciudad, puesto que en una situación de emergencia tiene vital importancia el conocer el grado de facilidad o dificultad para acceder al sitio afectado y brindad ayuda, así como las posibilidades que tiene la población para salir rápidamente de los lugares de mayor peligro.

Materiales de construcción de las edificaciones

Los materiales de construcción fueron considerados como un factor que incide en la vulnerabilidad ya que las diferencias en la calidad de los materiales pueden hacer que una edificación sea más o menos resistente para soportar un peligro natural o antrópico.

Para evaluar esta vulnerabilidad intrínseca que caracteriza a las edificaciones se utilizaron datos levantados de la encuesta realizada en el mes de marzo del 2011 a nivel de predio en la franja de afectación directa; se determinaron criterios para agrupar los diferentes materiales de construcción en 4 niveles de fragilidad, para la estructura, paredes, techo y piso de las edificaciones.

Considerando que no todos los elementos de la edificación tendrían la misma importancia al momento de valorar su vulnerabilidad intrínseca, se asignó a cada uno un peso relativo o factor de ponderación.

Se asignó un mayor peso a la estructura dado que es el elemento fundamental de la edificación, y se considera que ante un peligro que provoque daño en el piso, paredes o techo, si la estructura es más resistente, la edificación en sí no se verá tan afectada; por el contrario, si la estructura llega a dañarse en mayor medida, los demás elementos y la edificación en conjunto se sufrirá una importante afectación.

Fragilidad	Baja	Media	Alta
	1	2	3
Estructura	Hormigón Armado, hierro	Mampostería, madera	Otros
Paredes	(Hormigón) Bloque, Ladrillo	Adobe, madera	Caña revestida, no revestida, otros
Techo	Losa	Asbesto, Zinc, teja	Paja, otros
Piso	Ladrillo, cemento, baldosa, vinyl	Entablado, parquet, caña	Tierra, otros

Tabla6.3. Criterios de Valoración de Fragilidad de las Viviendas según sus Materiales de Construcción.

Cabe aclarar que en este análisis no se está considerando el tipo de edificación ni los criterios estructurales de su construcción, es decir, se está analizando el “con qué” y no el “cómo” están construidas las edificaciones.

Para ello sería necesario analizar el cumplimiento de la normativa legal vigente (ordenanzas municipales) que regula con criterios técnicos la construcción en el área urbana.

Por lo antes mencionado, se podría dar el caso de que existan edificaciones cuyos materiales sean de buena calidad pero el diseño estructural de la misma incumpla las normativas de seguridad y por ende se podría considerar a aquella como una edificación vulnerable.

Sin embargo, por las limitaciones para recopilar datos que se acoplen al análisis realizado en este estudio, se ha tomado en cuenta únicamente a los materiales de construcción.

Combinaciones de Valores de Fragilidad				Suma de Valores de Fragilidad	Características	Vulnerabilidad	
Estructura	Pared	Techo	Piso			Valor	Nivel
1	1	1	1	4	Fragilidad baja en todos los elementos.	1	Bajo
2	1	1	1	5	Fragilidad media en estructura, baja en paredes, en techo, y en piso.	2	Medio
1	1	2	1		Fragilidad media en techo, baja en paredes, en estructura y en piso.		
1	1	2	2	6	Fragilidad Alta en techo, en piso, baja en estructura y en paredes	3	Alto
2	1	2	1		Fragilidad Alta en estructura, en techo, baja en paredes y en piso.		
3	1	2	1	7	Fragilidad Alta en estructura, en techo, baja en paredes y en piso.		
2	1	2	2		Fragilidad Alta en estructura, en techo, en piso, baja en paredes.		
3	2	2	1	8	Fragilidad Muy Alta en estructura, en techo, en paredes y baja en piso.	4	Muy Alto
3	1	2	2		Fragilidad Muy Alta en estructura, en techo, en piso y baja en paredes.		
3	2	2	2	9	Fragilidad Muy Alta en estructura, en techo, en paredes y en piso.		

Tabla 6.4. Criterios de Valoración de Vulnerabilidad según los Materiales de Construcción de las Edificaciones

En base a los criterios de valoración antes mencionados se calculó un valor de vulnerabilidad para cada predio y normalizando para nivel de manzana.

Analizando los resultados obtenidos, según consta en la siguiente tabla, en la mayoría de manzanas de la franja de influencia directa se tiene que el 49% de las edificaciones han sido construidas con materiales que producen alta vulnerabilidad.

Sin embargo, como se había mencionado al inicio del análisis de los materiales de construcción, el hecho de que estos sean relativamente resistentes o no, necesariamente no reflejan que la edificación haya sido construida de acuerdo a los criterios técnicos más apropiados, que la hagan realmente vulnerable.

Vulnerabilidad	Número de casas	Porcentaje (%)
Baja	13	24
Media	15	27
Alta	27	49
Total	55	100

Tabla 6. 5

Porcentaje de casa por cada nivel de Vulnerabilidad Según los Materiales de Construcción de las Edificaciones.

Cobertura de servicios básicos

La cobertura de servicios básicos en la ciudad ha sido considerada como un factor para el análisis de vulnerabilidad ya que indica en qué condiciones la población está siendo atendida con los servicios que le permiten realizar sus actividades diarias elementales.

Se analizó la cobertura y calidad de los servicios básicos Abastecimiento de Agua, Eliminación de Agua, Electricidad, Alumbrado público, Servicio de Telefonía fija, móvil y Recolección de Basura.

Para ello se utilizaron los datos de la encuesta realizada a nivel de predio sobre todos estos servicios.

Se tomó en cuenta el servicio de telefonía ya que este paso de ser una comodidad a ser de uso indispensable, la telefonía móvil sí tiene cobertura en la ciudad, y por el hecho de que los teléfonos móviles son trasladados por las personas a todo lugar, se podría decir que las comunicaciones telefónicas son factibles prácticamente en toda la ciudad sin embargo fue de interés analizarlo.

De manera similar al análisis realizado con los materiales de construcción, se jerarquizó la calidad de cada servicio para establecer 4 niveles de fragilidad o vulnerabilidad intrínseca.

Se asignaron también pesos relativos o factores de ponderación, considerando al medio de abastecimiento de agua como el servicio más importante por ser un elemento vital para la subsistencia humana, ya que en un momento de emergencia al ocurrir un desastre, el aprovisionamiento y dotación de agua para la población es prioritario; en un segundo puesto de importancia se consideró a la eliminación de aguas, por sus implicaciones en relación a la salud humana.

Fragilidad	Baja	Alta
	1	2
Abastecimiento de agua	Red publica	Sin servicio
Servicio de alcantarillado	Red publica	Pozo ciego, otros
Electricidad	si	no
Eliminación de basura	carro colector	terreno baldío
Telefonía fija	si	no
Alumbrado publico	si	no

Tabla 6.6

Criterios de Valoración de Vulnerabilidad según las Cobertura de Servicios Básicos en las Viviendas.

Suma de valores	Combinación de valores de vulnerabilidad						Vulnerabilidad	
	Abastecimiento de agua	Eliminación de agua	Electricidad	Eliminación de basura	Teléfono	Alumbrado público	Valor	Nivel
6	1	1	1	1	1	1	1	Bajo
7	1	1	1	1	2	1	2	Medio
	1	1	1	1	2	1		
8	1	1	1	2	2	2	3	Alto

Tabla 6.7 Criterios de Valoración de Vulnerabilidad según la Cobertura de Servicios Básicos en las Viviendas.

En base a los criterios de valoración establecidos se calculó para cada predio un valor de vulnerabilidad de cada servicio, estos valores fueron multiplicados por los respectivos factores de ponderación para obtener un valor de fragilidad acumulado.

Se evaluó las combinaciones de fragilidad posibles observadas, y se reclasificó los valores de fragilidad acumulada en cuatro niveles de Vulnerabilidad según la Cobertura de Servicios Básicos en las Viviendas.

Los criterios de valoración antes mencionados se calcularon los valores de vulnerabilidad para cada casa.

De los resultados obtenidos, como se aprecia la Tabla No 6.8, el 65% se encuentra en una vulnerabilidad baja con una buena cobertura de servicios y el 16 % con mediana o regular cobertura y el otro 18% con una cobertura deficiente en la dotación de estos servicios.

Cabe mencionar que esta valoración no ha incluido un análisis detallado del estado de la infraestructura con la que se brinda los servicios en cuanto a su mantenimiento y conservación; si se analizaran estos factores se podría evaluar con mayor profundidad las fragilidades de cada sistema de dotación y se podría encaminar acciones de reducción de la vulnerabilidad mejorando la calidad de los mismos.

Vulnerabilidad	Características	Número de Casas	Porcentaje %
Baja	Buena cobertura de servicios	36	65
Media	Regular cobertura	9	16
Alta	Deficiente cobertura	10	18
Total		55	100

Tabla 6.8.

Porcentaje de casas por cada nivel de Vulnerabilidad Según la Cobertura de Servicios Básicos en las Viviendas.

Accesibilidad

Como se mencionó al inicio de este apartado, se ha considerado a la accesibilidad como un factor determinante de la vulnerabilidad física; ya que representa el grado de facilidad o para la movilidad o desplazamiento hacia un lugar de la ciudad, o de un lugar externo hacia ella.

Al evaluar los factores que determinan la vulnerabilidad al interior de la ciudad, fue necesario analizar al sistema vial interno.

Descripción	Nivel
Vía Principal	Buena accesibilidad
Vía Secundaria	Moderada accesibilidad

Para mejorar las condiciones de accesibilidad y, por ende, aumentar las posibilidades de movilidad interna favoreciendo una reducción en la vulnerabilidad, se debería mejorar la calidad del sistema vial, dotando de mantenimiento y una mejor capa de rodadura por lo menos en las vías secundarias y de ser posible con la creación de vías

alternas que cambiará la dinámica vial externa de la ciudad, mejorando su accesibilidad y conectividad con otros centros poblados importantes.

6.7.4.2.3.2 La vulnerabilidad social

Esta forma de vulnerabilidad tiene que ver con las características de la población para enfrentar (anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse) ante una amenaza.

Los factores socioeconómicos son muy importantes para analizar este tipo de vulnerabilidad, es por eso que se ha considerado a la pobreza, el nivel de instrucción, y la distribución espacial de la población como los principales factores sociales que inciden en la vulnerabilidad.

Nivel de instrucción de la población

El nivel de instrucción de la población fue tomado en cuenta como factor de vulnerabilidad social ya que refleja en cierto modo el grado de preparación que tienen las personas para responder en una situación de emergencia; se considera que la población con muy poca o sin instrucción será más vulnerable pues tendrá una menor capacidad de obtener, comprender y asimilar las informaciones que las autoridades y organismos competentes difundan en el marco de la prevención de riesgos y gestión de emergencias.

Con este criterio se estableció 3 niveles de Vulnerabilidad Según el Nivel de Instrucción de la Población, como consta a continuación.

Vulnerabilidad	Valor	Nivel de instrucción
Baja	1	Posgrado, Superior, Ciclo Post-Bachillerato
Media	2	Educación media, secundaria
Alta	3	Educación básica, primaria

Tabla 6.9. Indicadores del nivel de instrucción de la Ciudad de Mera.

Para el análisis de vulnerabilidad según nivel de instrucción se utilizaron los datos de la encuesta realizada en la franja de afectación directa y además la composición de la población por grupos de edad.

Se agrupó los datos según los 3 niveles de vulnerabilidad establecidos, y se calculó la relación del número de personas que se encuentran cruzando por estos niveles, dividida para el total de personas que están en los grupos de edad que efectivamente permitirían estar en cada nivel de instrucción.

Una vez analizada al vulnerabilidad de la población adulta se establece que la mayoría de la población de Mera tiene un nivel de Instrucción Básico a Medio sin embargo se tiene que la población joven está distribuida equitativamente entre instrucción básica media y superior.

Esto refleja que la población adulta no tiene un conocimiento adecuado en relación a la preparación ante desastres naturales y situaciones de emergencia.

A este respecto se recomendaría que las autoridades locales y los organismos competentes involucren mayores esfuerzos en capacitación a la población que cursa el nivel básico o primario, para contribuir a la reducción de su vulnerabilidad.

6.7.4.3 Análisis de riesgo

Finalmente cuando hemos concluido con el análisis de amenaza y vulnerabilidad podemos saber cuál es el potencial riesgo al que se encuentra expuesta la ciudad de Mera, provincia de Pastaza pudiendo ser este de origen natural, socio natural y antrópico.

Una vez que tengo esta información pasamos a elaborar el cuadro de evaluación de riesgos el cual me va a permitir construir el escenario de riesgos de la ciudad de Mera, cuya matriz es la siguiente:

-Matriz de evaluación

Identificación de la amenaza	Factores de vulnerabilidad	Riesgo	Mitigación
Erosión pluvial	Altos niveles de precipitación	Las permanentes lluvias hacen que la terraza aluvial se erosione y este más propensa a deslizamientos	Hacer cunetas de coronación para evacuar la lluvia e evitar la erosión
Erosión fluvial	Caudal del río, morfología del cauce.	Socavación en la base de la terraza aluvial	Muro de contención
Deslaves	Ocurrida por la erosión	Viviendas y comerciales se asientan en la corona del talud	Estabilidad de la terraza aluvial. Reubicación

-Mapa de riesgos

Una vez que se haya desarrollado la matriz de evaluación de riesgos, la cual me permite tener una visión analítica y sistemática de los riesgos a los cuales está expuesta la ciudad de Mera; pasamos a expresar lo que dice esta matriz en el mapa de riesgos, de esta manera construimos el Escenario de Riesgos (Anexo 2.5).

El escenario de riesgo, con sus instrumentos, permite identificar y relacionar entre sí a aquellos factores que condicionan el riesgo y que, al ser reconocidos y modificados, permiten evitar, reducir, mitigar o eliminar el riesgo.

6.8 ADMINISTRACIÓN

La Secretaria Nacional de Riesgo será ser el responsable de la Operación y mantenimiento y mantenimiento de las obras de mitigación para la estabilidad de la terraza aluvial donde se encuentra asentada la ciudad de Mera, provincia de Pastaza para asegurar un alto grado de confiabilidad.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1 Especificaciones Técnicas

Replanteo y Nivelación

Definición.-

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador, como paso previo la construcción.

Especificación.-

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

Conjuntamente con la fiscalización se dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Medición y forma de pago.-

El replanteo se medirá en Kilómetros lineales, con aproximación a dos decimales. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto, al precio unitario establecido en el contrato y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

Desbroce y Limpieza

Definición.-

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación en: las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce, limpieza y desbosque.

Especificación.-

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza, deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios donde señale el ingeniero Fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante, y deberá ser estibado en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el Constructor sin previo consentimiento de aquel.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del Constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Destronque

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción de las mismas, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes.

Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

Corte y retiro manual en zanja, de raíces de árboles.

Esto sucede cuando es imposible durante la excavación, retirar de las zanjas las raíces de árboles, entonces, éstas deberán ser cortadas y retiradas manualmente.

Forma de Pago.-

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales; se considera toda el área ejecutada.

El desalojo de los materiales producto de las tareas descritas, se considera incluido dentro del costo del rubro.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

Excavaciones de Suelo Natural (Sin Clasificar)**Definición.-**

Se entiende por excavaciones de zanjas suelo natural sin clasificar a máquina, en general al conjunto de actividades necesarias para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH,CL, MH, ML, OH, OL, o una combinación de los mismos o suelos granulares de tipo GW, GP, GC, SW, SP, SC, SM, o que lleven doble nomenclatura, que son aflojados por métodos ordinarios utilizando máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no significan actividad complementaria, incluye también el suelo fino combinados o no con arenas, gravas y con piedra, en cualquier condición de trabajo, con el fin de conformar espacios para alojar las tuberías y la infraestructura sanitaria en general.

No existirá por ningún motivo clasificación de tipo de suelo, debiendo el oferente visitar el sitio del proyecto y considerar el rendimiento adecuado para las excavaciones acorde a los suelos existentes, siendo este rubro único para el pago de estos trabajos.

Las vías existentes deberán ser dejadas en condiciones de servicio, debiendo desalojarse los sobrantes de excavaciones cuyo trabajo deberá ser incluido en el costo de este rubro.

Solamente se reconocerá el desalojo de tierras de las excavaciones si la distancia trasladada sobrepasa de los dos kilómetros a un botadero autorizado, cuantificado del modo que indica la especificación.

Especificaciones.-

La excavación de zanjas para tuberías, será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero Fiscalizador.

Los tramos de canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería o construcciones de colectores y para la ejecución de un buen relleno.

En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.40 m., sin entibados; con entibados se considerará un ancho del fondo de zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80m.

El dimensionamiento de la parte superior de la zanja, para el tendido de los tubos varía según el diámetro y la profundidad a la que van a ser colocados. Para

profundidades de entre 0 y 2.00 m., se procurará que las paredes de las zanjas sean verticales, sin taludes.

La excavación de zanjas para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes y alineaciones indicadas en las especificaciones y planos del proyecto y no deben contener raíces, troncos, rocas ni otro material que obstruya la colocación de la tubería.

En lo posible, las paredes de la zanja en terrenos estables serán verticales y en terrenos inestables según la profundidad de la zanja, las paredes podrán tener taludes y/o para su estabilidad, se podrá colocar soportes o entibamientos.

Estabilización de Taludes

La terminación de todos los taludes será de modo que queden razonablemente lisos y uniformes, en concordancia con las líneas y pendientes señaladas en los planos, tomando en cuenta las tolerancias permitidas que se señalen en el numeral. Todo el material flojo, resquebrajado y en peligro de caerse del talud, será retirado.

Tal redondeo, si fuera requerido, así como el retiro del material en peligro de caer, serán considerados como parte del trabajo de excavación y no se medirán para su pago ni los volúmenes comprendidos dentro de las zonas de redondeo, ni los del material retirado.

Medición.-

Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original y calculada de acuerdo a lo estipulado, de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de

volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

La medición deberá incluir:

- a) La excavación necesaria para la construcción de la obra básica en zonas de corte. Se medirá como excavación según la naturaleza del material removido y de acuerdo a los rubros del contrato. No se incluirá en la medición la sobre excavación.

Como excavación en suelo, roca o sin clasificación, el volumen desalojado de los desprendimientos y deslizamientos caídos dentro de la zona de la plataforma del camino, antes de que el Contratista haya terminado dicha excavación, y siempre que estos desprendimientos y deslizamientos no sean resultado directo de operaciones o negligencia del Contratista.

La clasificación se hará de conformidad con lo establecido en la subsección 303-2 de estas Especificaciones Generales.

- b) La excavación autorizada de roca o material inadecuado debajo de la subrasante y del material inadecuado en las zonas de terraplén cuya remoción sea autorizada por el Fiscalizador.
- c) La excavación autorizada de escalones o terrazas en las laderas o terraplenes existentes, para permitir la adecuada construcción o ampliación de terraplenes.
- d) Cunetas laterales y los canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea de 3m. o más.

- e) El pago de precorte y resquebrajamiento previo se hallará incluido en el pago de excavación en roca.
- f) No se medirá como excavación el material excavado para la plataforma del camino que sea pagado bajo otro rubro.

Pago.-

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación y disposición del material, incluyendo su transporte, colocación, esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Excavación sin clasificación.....	Metro cúbico (m3)
Excavación en suelo.....	Metro cúbico (m3)
Excavación en marginal.....	Metro cúbico (m3)
Excavación en fango.....	Metro cúbico (m3)

Gaviones

Referencias

En esta norma se hace referencia a los siguientes documentos:

De la American Society of Testing and Materials (ASTM): ASTM A90

Materiales

Canasta: Debe fabricarse con malla tipo "ciclón" o "eslabonada" de triple torsión, con abertura máxima de 7.5cm de lado.

Alambre para la malla: Debe ser de calibre 13 (diámetro= 3.404 mm) y cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

Calidad: acero dulce, galvanizado en caliente (al zinc puro) exento de defectos (norma ASTM A90).

Tracción: carga mínima a la rotura: 42 kg/mm².

Alargamiento: bajo la carga de 42 kg/mm², el alargamiento de un fragmento de 10 cm debe ser de 8 a 12mm.

Enrollamiento: el alambre debe dejarse enrollar en espirales cerradas y paralelas sobre un cilindro de diámetro igual al doble del suyo, sin que el zinc muestre señales de deterioro o resquebrajamiento.

Torsión: tiras de alambre de 20 cm de longitud deben soportar sin romperse y sin que se produzcan daños al zinc, 30 vueltas completas de torsión, permaneciendo el eje del alambre recto.

Espesor de zinc (galvanizado): el alambre debe soportar sin perder su capa protectora de zinc, ni siquiera parcialmente, cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado con concentración de una parte de cristales por cinco de agua y temperatura de la solución de 15°C. Entre las inmersiones los alambres se lavan, se limpian y se examinan.

Elasticidad de la malla: una sección rectangular de la malla de 2.0 m por 1.0 metro, debe resistir, sin romperse, una carga de 1.95 kg/cm²: se corta una sección de 2.0 m por 1.0 m; se sujetan los bordes a un marco y se tensiona hasta causar una elongación del 10%, luego se somete a una carga de 1.95 kg/cm², aplicada en el centro de la malla con un martillo con los bordes redondeados para evitar el corte de los alambres.

Alambre de unión y tirantes: El alambre utilizado para unir entre sí las caras de un mismo gavión y las aristas de un gavión con las del vecino, (tirantes y templetes) debe ser de calibre 12 (Diámetro = 2.769 mm) como mínimo.

Generalmente se utiliza alambre un número inmediatamente superior al empleado en la tela metálica.

Relleno: El relleno de las canastas debe consistir de fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables.

Por consiguiente, el Contratista no puede utilizar material descompuesto, fracturado o agrietado. No se aceptan fragmentos de lutita, arcillolita o "pizarra". La dimensión de cada fragmento de roca o canto rodado debe estar comprendida entre 10 y 30 cm.

En ocasiones, cuando no se pueda disponer de fragmentos de roca, pueden utilizarse sacos de polipropileno rellenos de suelo cemento en proporción 3:1, los cuales se deben disponer dentro de la malla en reemplazo de los fragmentos de roca.

Medida y pago

Los gaviones se miden y pagan por metro cúbico sin importar si se rellenan con grava o con sacos de suelocemento, decisión que debe tomarse según las condiciones del lugar.

El precio unitario debe incluir todos los costos, directos e indirectos, por adecuación del sitio de emplazamiento, materiales, mano de obra, herramientas y equipos, y demás aspectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

1. Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres, (1984). Manual de Mitigación de taludes. Segunda Edición.
2. OSCAR LEDESMA ZAMORA (2004). Pastaza una provincia que Apasiona. Única Edición.
3. JAIME SUAREZ DIAZ (2001).Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Versión Española 4ta Edición. Capítulo 12.
4. Vent Te Chow. Hidráulica de Canales abiertos. Mc Graw Hill INTERAMERICANA 1994.
5. *Mendoza, M, "Nociones de Geotecnia", cap 24 Manual de Ingeniería de Ríos, Comisión Nacional del Agua, México, 1992.*
6. Wiley-Interscience, 629 p. Ashford S.A., Sitar N. (1994). "Seismic response of steep natural slopes".
7. Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos: Guía Institucional de Gestión de Riesgos 2010.
8. Secretaría Nacional de Riesgos, estudios preliminares del sector de Mera.
9. Linsley-Franzini. Water Resources Engineering.
10. *Alan Raúl Granados López. Tesis de Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de barranco. Lima-Perú 2006.*

2. ANEXOS

Modelo de Encuesta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LA EROSIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA VULNERABILIDAD DE LA TERRAZA ALUVIAL SOBRE LO CUAL ESTA ASENTADA LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA

ENCUESTA

- ✓ Se encuentra usted informado acerca del tema del talud de Mera:

Si

No

- ✓ Determine el grado de vulnerabilidad que usted cree que presenta el talud del casco urbano:

Bajo

Medio

Alto

- ✓ Existe preocupación por parte de las autoridades del sector con respecto a este tema:

.....

- ✓ Siente usted seguridad en la zona donde está asentada su casa:

Ninguna

Mucha

Poca

- ✓ Cree usted que es importante determinar alternativas de mitigación en la vulnerabilidad de la terraza aluvial donde está asentada la ciudad de Mera.

Si

No

Registro fotográfico

Figura 1. Fotografía aérea del área en estudio



Figura 2. Vista a la ciudad de Mera.



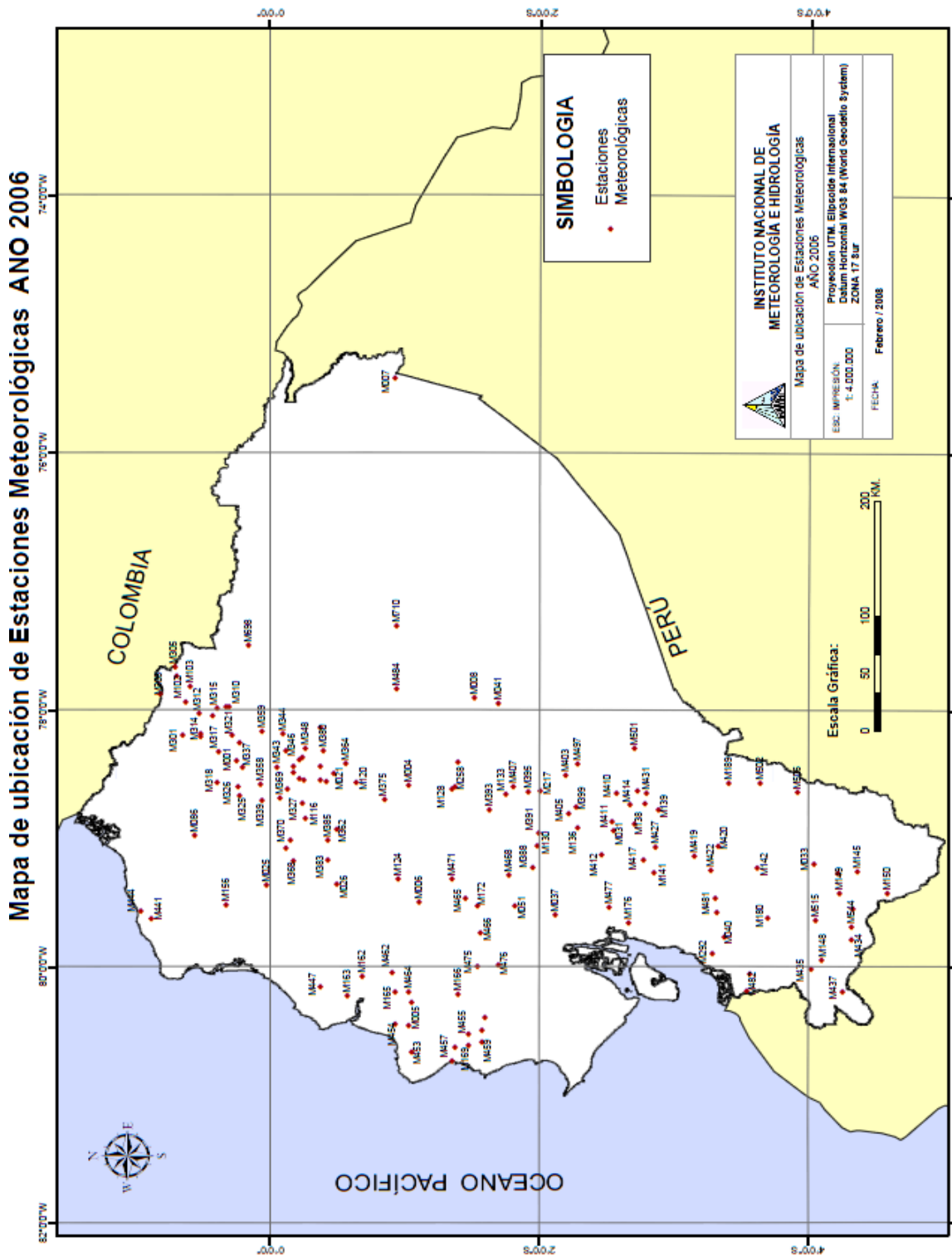
Figura 3. Morfología general de cauce

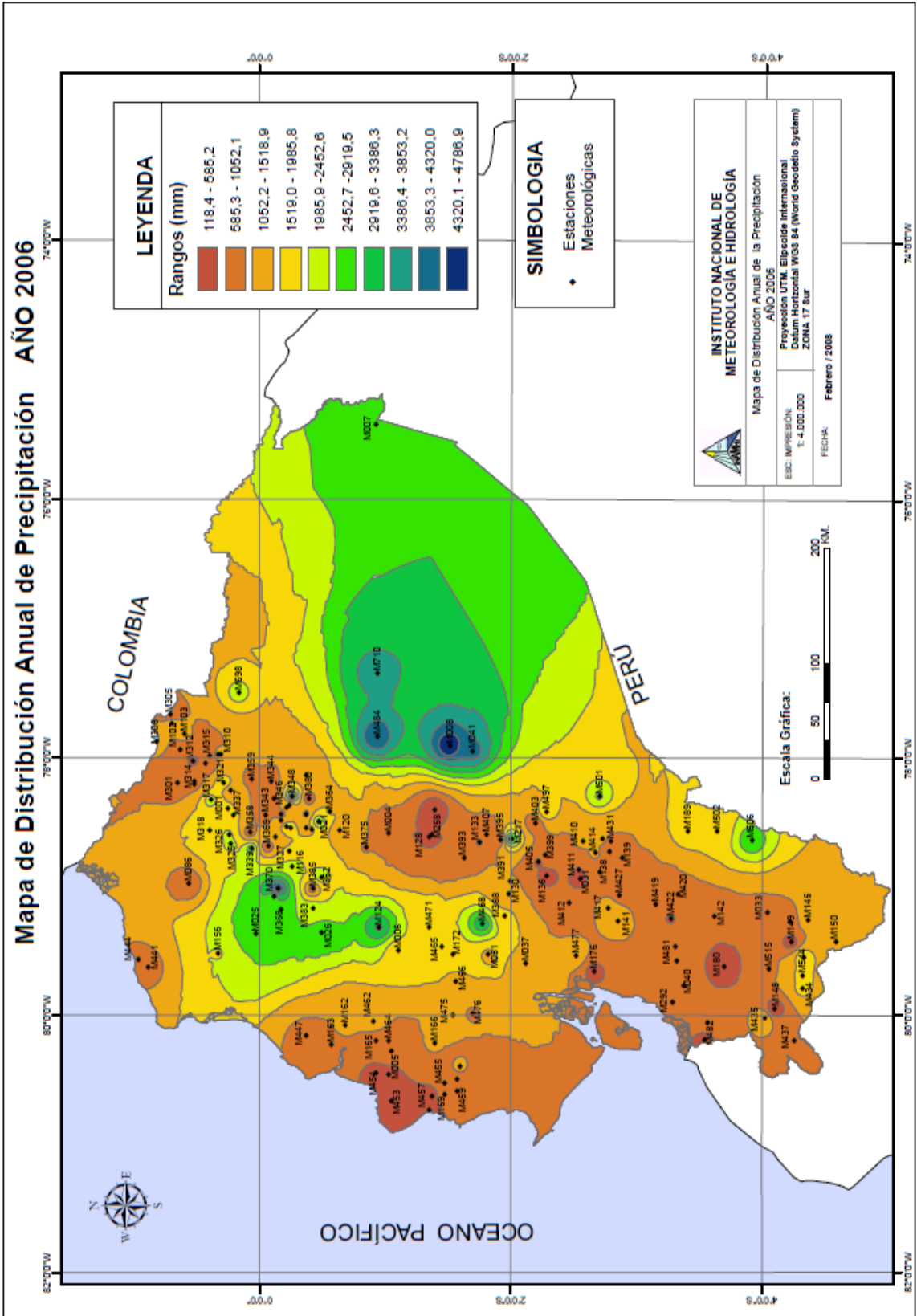


Figura 4. Talud de Mera



Estación meteorológica M008/Puyo

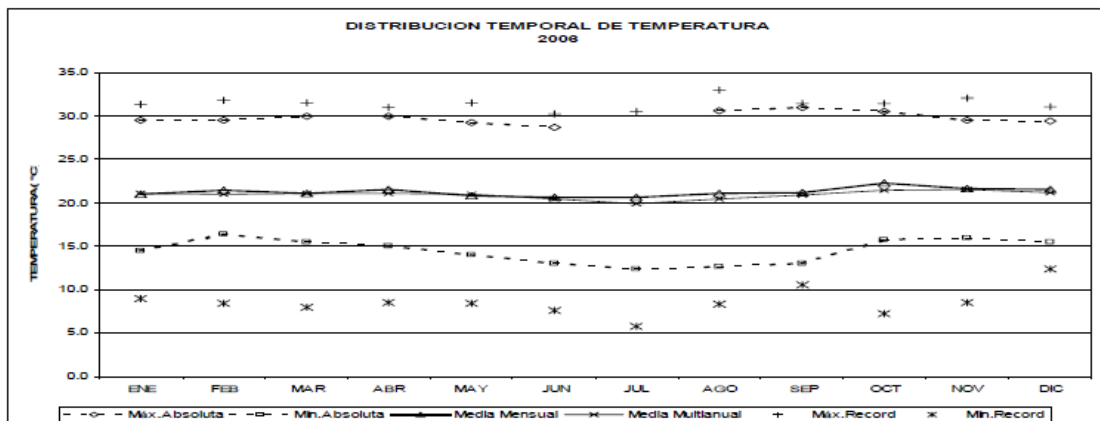
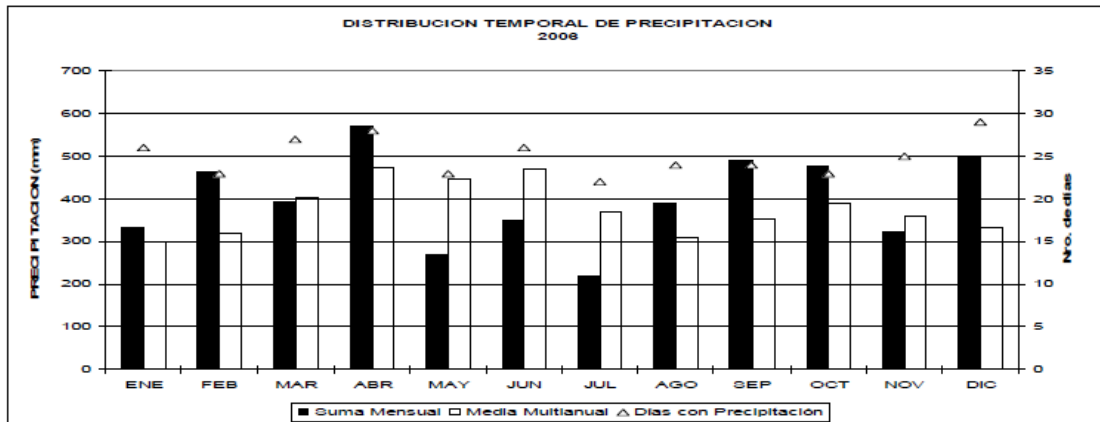




Datos de precipitaciones

M008 PUYO INAMHI																			
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Mínima día	Máxima día	Mínima día	Media			Máxima día	Mínima día	Media		Suma Mensual	Máxima 24hrs día
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima														
ENERO	74,3	29,5	10	14,5	2	26,1	17,6	21,0	100	9	57	1	90	19,2	22,2	334,3	33,9	8	26
FEBRERO	50,8	29,5	13	16,4	16	26,1	18,5	21,4	100	20	56	15	90	19,6	22,8	463,7	53,9	18	23
MARZO	70,7	30,0	3	15,5	12	26,1	18,1	21,1	100	23	56	23	90	19,3	22,5	391,2	71,5	12	27
ABRIL	77,3	30,0	13	15,0	8	26,7	18,1	21,5	100	13	53	13	88	19,3	22,4	572,0	83,3	10	28
MAYO	80,5	29,2	18	14,0	23	25,9	17,9	20,8	100	9	61	28	90	18,9	21,9	268,7	62,0	31	23
JUNIO	76,9	28,7	10	13,0	25	25,7	17,3	20,6	100	6	52	25	90	18,6	21,5	340,1	105,4	5	26
JULIO	96,3			12,4	30	26,0	16,7	20,6					87	18,2	20,9	221,1	46,1	15	22
AGOSTO	118,0	30,6	14	12,6	28	26,9	16,9	21,1	100	16	42	6	86	18,4	21,1	389,6	52,7	1	24
SEPTIEMBRE	146,6	31,0	29	13,0	28	27,4	16,5	21,2	100	6	51	29	86	18,5	21,3	488,7	70,0	8	24
OCTUBRE	139,8	30,5	9	15,8	9	28,0	18,0	22,3	100	2	49	9	87	19,8	23,0	478,0	123,4	12	23
NOVIEMBRE	102,3	29,5	28	15,9	29	27,1	17,8	21,6	100	17	60	22	89	19,5	22,8	323,8	30,5	11	25
DICIEMBRE	75,3	29,4	9	15,5	25	26,3	18,3	21,5	100	4	63	2	91	19,8	23,1	500,6	70,3	10	29
VALOR ANUAL	1108,8			12,4		26,5	17,6	21,2					88	19,1	22,1	4780,8	123,4		300

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												CALMA %	Nro OBS	Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)						
	Suma	Máxima		N	NE		E		SE		S	SW		W	NW										
	Mensual	24hrs día			(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%		(m/s)	%							(m/s)	%	(m/s)	%		
ENERO	59,8	4,2	8	2,0	3	2,7	12	2,3	8	1,0	4	1,5	4	1,2	5	1,3	8	1,0	1	55	93	4,0	NE	0,8	
FEBRERO	52,1	3,6	23	1,3	7	2,0	6	1,9	8	2,0	1	1,3	5	1,3	4	1,5	2	1,5	2	64	84	3,0	E	0,7	
MARZO	62,5	4,8	3	1,3	3	2,1	10	2,0	12	1,4	8	1,3	4	2,0	2	0,0	0	2,0	1	60	93	4,0	NE	0,9	
ABRIL	70,0	4,7	13	1,4	10	2,2	11	1,4	16	1,3	4	1,3	4	0,0	0	0,0	0	1,0	1	53	90	3,0	N	0,9	
MAYO	72,0	4,4	17	1,3	7	1,6	11	2,0	19	1,2	7	2,0	2	2,0	1	0,0	0	0,0	0	54	93	3,0	S	0,9	
JUNIO	54,5	3,6	25																						0,8
JULIO	65,1			1,6	15	2,1	8	2,4	9	2,0	2	1,3	4	2,0	1	1,0	1	0,0	0	60	93	4,0	E	0,9	
AGOSTO	82,9	6,2	29	1,2	11	1,9	8	1,6	9	2,0	4	1,2	5	1,3	3	1,0	1	1,0	1	58	93	4,0	E	1,0	
SEPTIEMBRE	86,9	5,1	21	1,0	6	1,9	18	2,3	9	1,7	3	1,7	3	1,4	8	1,0	1	0,0	0	52	90	3,0	NE	1,1	
OCTUBRE	93,1	5,6	20	1,6	11	2,0	8	2,2	22	2,0	2	1,0	2	1,3	4	0,0	0	0,0	0	52	93	4,0	NE	1,1	
NOVIEMBRE	78,4	4,4	10	0,0	0	2,6	16	2,4	10	2,3	3	1,3	7	1,5	2	1,2	7	0,0	0	56	90	6,0	NE	1,2	
DICIEMBRE	72,9	6,7	26	1,3	4	1,9	11	2,3	12	1,5	2	2,0	1	1,0	1	1,2	11	1,0	1	57	93	4,0	E	1,0	
VALOR ANUAL	850,2																								1,0



RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: ESTUDIO DE RIESGO DE LA CIUDAD DE MERA

UBICACIÓN: CIUDAD DE MERA

SECTOR: TELEFÉRICO

PERFORACIÓN: 1 NF: 4.5

SIMBOLOGÍA		COLOR DE LA LITOLOGÍA			
	ROCA		GRIS		MARRÓN CLARO
	GRAVA		GRIS CLARO		AMARILLO
	ARENA		GRIS OSCURO		AMARILLO OSCURO
	ARCILLA		GRIS VERDOSO		VERDE
	LIMO		CAFÉ		VERDE OLIVA
	TURBA		MARRÓN OSCURO		NEGRO

COTA (m)	COLOR	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA																
				Profundidad (m)	No. Golpes															
					15	30	45	No.	10	20	30	40	50	60	70	80				
			Limo arcilloso café oscuro con tintes color amarillo	1.00 – 1.50	2	3	2	7												
			Limo arcilloso café claro	2.00 – 2.50	2	3	4	9												
			Limo arcilloso café claro	3.00 – 3.50	2	2	2	6												
			Arena – arcillosa color amarillo	4.00 – 4.50	3	2	1	6												
			Arcilla color amarillo	5.00 – 5.50	2	1	1	4												
			Arcilla gris clara con grumos de arcilla gris oscura	6.00 – 6.50	1	1	1	3												
			Arcilla arenosa gris con piedras grandes	7.00 – 7.50	35	8	4	47												
			Arena arcillosa compactada con gravas aisladas	8.00 – 8.50	25	36	33	94												



Tercer Estrato

Parámetros geotécnicos

LS- C

$$V_p = 1289 \text{ m/seg}$$

$$V_s = 670 \text{ m/seg}$$

Cohesión

$$c = \frac{0.554}{(V_p/V_s - 1.41)^{1/2}} - 0.073 = 0.70 \text{ kg/cm}^2$$

Ángulo de Fricción

$$\phi = \frac{9.17}{(V_p/V_s - 1.41)^{1/2}} + 16 = 28.79^\circ$$

Densidad

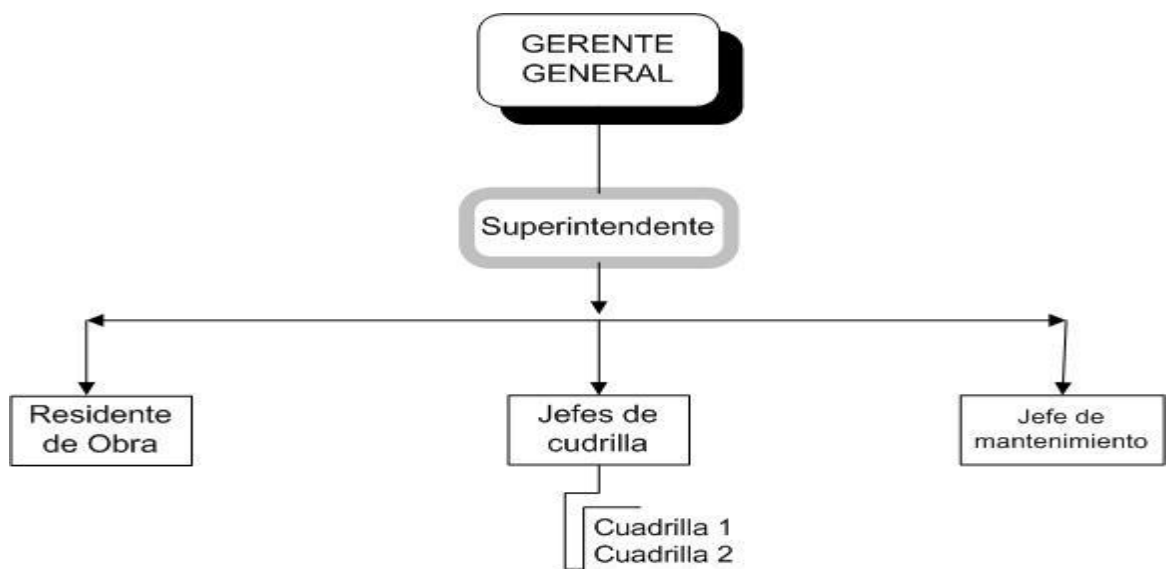
$$\gamma = 3,10(V_p)^{0.25} = 18,57 \text{ kN/m}^3$$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
LOS AGREGADOS DE LAS MINAS UBICADAS JUNTO A LA VÍA PUYO - MADRE TIERRA PROVINCIA DE PASTAZA Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Mina Trópico de Capricornio		
ENSAYADO POR:	Egda. Jazmina Tamayo	FECHA:	08 de Julio del 2011
ENSAYO # 1			
DATO	CORRESPONDENCIA	UNIDAD	VALOR
M1	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AIRE	gr	1203000
M2	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AGUA	gr	1048000
M3	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	gr	4640000
M4	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	gr	3190000
M5 = M3 - M1	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	gr	3437000
M6 = M4 - M2	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	gr	2142000
VR = M5 / VR	VOLUMEN REAL DE LA MUESTRA	gr	1295000
DR = M5 / VR	DENSIDAD REAL	gr / cc	2.65
M7	MASA DEL RECIPIENTE	gr	143.20
M8	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA S.S.S.	gr	605.90
M9	MASA DE LA MUESTRA S.S.S	gr	462.70
M10	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	gr	602.50
M11	MASA DE LA MUESTRA SECA	gr	459.30
CA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	%	0.740
ENSAYO # 2			
DATO	CORRESPONDENCIA	UNIDAD	VALOR
M1	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AIRE	gr	1205000
M2	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AGUA	gr	1047000
M3	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	gr	4639000
M4	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	gr	3191000
M5 = M3 - M1	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	gr	3434000
M6 = M4 - M2	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	gr	2144000
VR = M5 - M6	VOLUMEN REAL DE LA MUESTRA	gr	1290000
DR = M5/VR	DENSIDAD REAL	gr/cc	2.66
M7	MASA DEL RECIPIENTE	gr	127.6
M8	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA S.S.S.	gr	595.3
M9	MASA DE LA MUESTRA S.S.S	gr	467.7
M10	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	gr	592.8
M11	MASA DE LA MUESTRA SECA	gr	465.2
CA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	%	0.537
DENSIDAD REAL PROMEDIO =		2.66	gr/cc
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN PROMEDIO =		0.639	%

ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Se mantendrá en obra un residente quien se encargara, quien se encargara de coordinar y administrar la preparación y ejecución de los diferentes rubros que se exigen para esta construcción. La interdependencia del personal de la obra se maneja de la siguiente manera:

ORGANIGRAMA



Plan de dotación de recursos

A continuación se detallará los recursos necesarios a emplear en la realización del proyecto planteado.

- Mano de obra.
- Equipo.
- Materiales.
- Transporte.

Mano de obra

- Mano de obra no calificada.

Como parte de un convenio se establecerá que se reclutara a los moradores del sector para la ejecución del proyecto ya que además de unir esfuerzos para la realización de la obra serán remunerados.

- Mano de obra calificada.

Se deberá contar con los profesionales capacitados y necesarios para las distintas obras que se ejecutarán en el proyecto.

- Equipo topográfico.
- Operadores de maquinaria pesada.
- Equipo de excavación.
- Personal de hormigonero.
- Equipo especial
- Constructores.
- Personal de limpieza.

Equipo

Se deberá disponer de la maquinaria necesaria para la ejecución del proyecto. Para no detener el avance del proyecto por imprevistos o accidentes se puede alquilar maquinaria especia.

Equipo necesario

- Retroexcavadora.
- Compactador.
- Concretera.
- Volqueta.
- Equipo topográfico.

- Cargadora.
- Equipo de hormigón lanzado.
- Cortadora.
- Retroexcavadora 125

Materiales.

Los principales materiales que se necesita proveer son los que se detallaran a continuación.

- Empedrado.
- Agregados.

Se contratara el material en alguna mina cercana al proyecto que cumpla con las características especificadas para el proyecto.

- Cemento.
- Acero.

Plan de ejecución de la obra.

A continuación se detalla cómo se realizara el proyecto para cumplir satisfactoriamente los términos del contrato y los objetivos formulados en este texto que se ajusta a la demanda de los moradores, personal de obra, inspectores, residentes y demás involucrados.

Formación de cuadrillas de trabajo.

Frente de trabajo	Descripción	Observaciones
1	Drenaje Superficial	Primera Etapa Segunda Etapa Tercera Etapa
2	Muro de gaviones Estabilización de taludes	Primera Etapa Segunda Etapa Tercera Etapa

Seguridad en la obra y sistema de señalización.

Es muy importante salvaguardar la seguridad y comodidad de los habitantes, trabajadores y transeúntes para evitar la paralización de la obra por accidentes imprevistos que se pueden prever.

Para lo cual se expone las normas de seguridad necesarias a emplear en el presente proyecto. Todos los empleados deberán trabajar con la dotación básica de seguridad necesaria para el inicio de la construcción del proyecto, además chalecos de identificación.



- Casco de seguridad.
- Guantes.
- Botas de cucho.
- Gafas.
- Orejeras.

Se dotara según la función que desempeñaran en el proyecto.

Para evitar accidentes en el perímetro de la obra se señalizan con cinta de seguridad el área de excavación. Se dispondrá de pasos de seguridad a las viviendas que se interrumpa la entrada. Las rutas de emergencia rotuladas adecuadamente siempre se mantendrán habilitadas.

Se adjunta alguna de la señalización a utilizar en el proyecto.



Metodología de construcción

Drenaje Superficial

- **Replanteo y nivelación**

El Replanteo y nivelación se lo realizará mediante equipo topográfico, con la utilización de un nivel óptico y teodolito. Se deberá establecer hitos y puntos de referencia fijos para el proyecto, los mismos que deben ser aprobados por el Fiscalizador.

Son parte de estas especificaciones, en lo aplicable, y en lo no establecido explícitamente, las normas contenidas en:

- Especificaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción.
- Normas INEN vigentes.

- **Desbroce y limpieza**

Considera la limpieza de la capa vegetal y los movimientos de gran volumen, del suelo y otros materiales existentes en el mismo mediante la utilización de maquinaria y equipos mecánicos.

- **Excavación**

Cuando se encuentren imprevistos o inconvenientes, se los debe superar en forma conjunta con el consultor de estudios de suelo y fiscalización.

Para protección de las excavaciones, deberán utilizarse taludes, entibados, tablestacas, acodalamientos u otro sistema con capacidad resistente para evitar derrumbes.

Verificación de cotas y niveles de las excavaciones. Cualquier excavación en exceso, será a cuenta del constructor y deberá igualmente realizar el respectivo relleno, conforme las indicaciones del consultor del estudio de suelos y la fiscalización.

Verificación del estado de los taludes, cunetas de coronación y zanjas de evacuación de aguas.

- **Limpieza**

Se limpiarán y se prepararán las diferentes piezas que conformarán los elementos de los encofrados, acero de refuerzo, verificándose que sus dimensiones y formas cumplan con lo determinado en planos.

Muro de gaviones

- **Replanteo y nivelación**

El Replanteo y nivelación se lo realizará mediante equipo topográfico, con la utilización de un nivel óptico y teodolito. Se deberá establecer hitos y puntos de referencia fijos para el proyecto, los mismos que deben ser aprobados por el Fiscalizador.

Son parte de estas especificaciones, en lo aplicable, y en lo no establecido explícitamente, las normas contenidas en:

- Especificaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción.
- Normas INEN vigentes.

- **Desbroce y limpieza**

Considera la limpieza de la capa vegetal y los movimientos de gran volumen, del suelo y otros materiales existentes en el mismo mediante la utilización de maquinaria y equipos mecánicos.

- **Excavación**

La excavación para la plataforma del muro de gaviones se realizara de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto cuando se encuentren inconvenientes, imprevistos, en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio del Ingeniero Supervisor.

- **Gaviones**

Canasta: Debe fabricarse con malla tipo "ciclón" o "eslabonada" de triple torsión, con abertura máxima de 7.5cm de lado.

Alambre para la malla: Debe ser de calibre 13 (diámetro= 3.404 mm)

Estabilidad de taludes

- **Hormigón Simple**

Referencia de las normas de construcción

Verificación del cumplimiento de las especificaciones de los materiales a utilizar, mediante ensayos e informe del laboratorio calificado, aprobado por fiscalización.

Revisar los diseños y resistencia del hormigón a elaborarse y realizar ensayos previos en obra, que ratifiquen el logro de la resistencia de diseño, para el hormigón a utilizarse, que deberán ser aprobados por la fiscalización.

Verificar la existencia en calidad y cantidad de los materiales necesarios, los que se ubicarán en sitios próximos a la fundición. El almacenamiento de los materiales se

efectuará por separado. Los agregados de diferentes fuentes se almacenarán por separado.

El equipo mínimo y la mano de obra, se encontrarán ubicados en sitios estratégicos. Se verificará el adecuado funcionamiento del equipo antes de cada preparación.

Igualmente se procederá con los baldes para la dosificación del agua, los que deberán ser totalmente impermeables.

Establecer con fiscalización el registro cronológico y numerado de las tomas de pruebas de asentamiento y de cilindros de hormigón y sus resultados.

Durante la ejecución

Control de los materiales y verificación de cumplimiento de las armaduras, perfecta colocación de los encofrados, equipo completo para la fundición (concretera, vibrador), se tomara muestras cilíndricas del hormigón para la comprobación de la resistencia del hormigón a los 28 días.

El cemento cumplirá con la especificación INEN 151-152, los agregados gruesos deberán tener un desgaste no mayor al 40% de acuerdo a la norma INEN 860-861.

Los aditivos serán mínimo plastificante, impermeabilizante y demás que permita un elemento de hormigón de terminación perfecta

Plan general de la ejecución de trabajos

Para la ejecución de los trabajos se cuenta con la planificación del cronograma. El proceso constructivo está dividido de la siguiente manera:

Primera etapa

En esta primera etapa se procederá a realizar preliminares como replanteo y nivelación, desbroce y limpieza y excavación. Esto se realizara con los 2 frentes de trabajo.

Segunda Etapa

Para la primera cuadrilla se continuaran con las cunetas el encofrado y fundición.

La segunda cuadrilla continuara con los muros de gaviones.

Tercera Etapa

Para la primera cuadrilla se realizara trabajos de limpieza.

La segunda cuadrilla continuara con la estabilización del talud.

Glosario de términos técnicos

Meteorización

Es la alteración de la roca por la acción de agentes atmosféricos y biológicos. La roca sufre la acción de estos agentes, que tienden a descomponerla y desintegrarla, dejando los materiales dispuestos para ser movilizados por los agentes de la erosión.

Eustatismo

Variación del nivel del mar respecto a los continentes, supuestamente inmóviles. Puede tener varias causas. La principal reside en las variaciones que puede experimentar el volumen total de las aguas contenidas por las cuencas oceánicas, en razón de los cambios climáticos, especialmente los más importantes y de largo periodos, representados por la alternancia de las glaciaciones e interglaciares.

Riesgo

Es una medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad o el ambiente. Se mide en vidas humanas y propiedades en riesgo. El riesgo generalmente se le estima como el producto de probabilidad X consecuencias.

Peligro

El deslizamiento geoméricamente y mecánicamente caracterizado se le define como peligro.

Amenaza

Una condición con el potencial de causar una consecuencia indeseable. Una descripción de amenaza a deslizamientos debe incluir las características de los deslizamientos, incluyendo el volumen o áreas de los movimientos y su probabilidad de ocurrencia. También es importante describir las velocidades y las velocidades diferenciales de los deslizamientos. Alternativamente la amenaza es la probabilidad de que ocurra un deslizamiento particular en un determinado tiempo.

Elementos en riesgo

Se incluyen la población, edificios, obras de infraestructura, actividades económicas, servicios públicos en el área potencialmente afectada por los deslizamientos.

Probabilidad

La posibilidad de un resultado específico medido como la relación de los resultados específicos sobre el número total posible de resultados. La probabilidad se expresa como un número entre 0 y 1 indicando con 0 la imposibilidad de ocurrencia y con 1 la certeza.

Vulnerabilidad

El grado de probabilidad de pérdida de un determinado elemento o grupo de elementos dentro del área afectada por el deslizamiento. Se expresa en una escala de 0 (no pérdida) a 1 (pérdida total).

Análisis de Riesgo

El uso de la información disponible para estimar el riesgo a individuos o población, propiedades o el ambiente debido a las amenazas. El análisis de riesgo generalmente, comprende tres pasos: definición del alcance, identificación de la amenaza y la estimación de riesgo.

Valoración del Riesgo

El proceso del análisis de riesgo y evaluación de riesgo.

Estimación del Riesgo

El proceso utilizado para producir una medida del nivel de riesgos de salud, propiedad o ambiente que son analizados. La estimación del riesgo incluye las siguientes etapas: análisis de frecuencia, análisis de consecuencia y su integración.

Evaluación del Riesgo

La etapa a la cual los juicios y valores entran en el proceso de decisiones, explícita o implícitamente, incluyendo consideraciones de la importancia de los riesgos estimados y las consecuencias sociales, ambientales y económicas asociadas, con el propósito de identificar un rango de alternativas para el manejo de los riesgos.

Manejo de Riesgo

El proceso completo de evaluación del riesgo y control de riesgo.

Riesgo aceptable

Un riesgo para el cual, para los propósitos de vida o trabajo nosotros estamos preparados a aceptar tal como es, sin preocupación de su manejo. La sociedad no considera justificable realizar gastos para reducir esos riesgos.

Riesgo tolerable

Un riesgo que la sociedad tiene la voluntad de vivir con él, con la confianza de que está apropiadamente controlado hasta donde es posible.

Riesgo Individual

El riesgo de la fatalidad o lesión de un individuo identificable con nombre propio, quien vive dentro de la zona expuesta al deslizamiento y quien tiene un sistema de vida particular que lo puede exponer al deslizamiento o sus consecuencias.

Riesgo social

El riesgo de lesiones múltiples o muertes a una sociedad como un todo.

Mitigación

Planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo (existente). La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible reducir el riesgo totalmente.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

Hoja 1 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y nivelación **UNIDAD:** km

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	13.333	6.880
Estación Total	1.000	5.000	5.000	13.333	66.665
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					73.545
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Topógrafo IV	1.000	2.540	2.540	13.333	33.866
Cadenero	2.000	2.470	4.940	13.333	65.865
MATERIALES					PARCIAL N
					99.731
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
estacas de madera	u	100.000	0.150	15.000	
pintura caucho económica	galón	0.100	8.940	0.890	
clavos	kg	0.500	1.520	0.760	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					16.650
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					189.93
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%
					37.99
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					227.92
VALOR OFERTADO					227.92

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 2 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Desbroce y limpieza **UNIDAD:** m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.08	0.041
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.041
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 1	3.000	2.440	7.320	0.08	0.586
CAT2	2.000	2.470	4.940	0.08	0.395
MATERIALES					PARCIAL N
					0.981
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
TRANSPORTE					PARCIAL O
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					1.02
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%
OTROS INDIRECTOS (%X)					0.20
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.22
VALOR OFERTADO					1.22

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 3 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación a máquina **UNIDAD:** m³

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
Retroexcavadora 125	1.000	25.000	25.000	0.09	2.225	
MANO DE OBRA					PARCIAL M	2.225
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO 1	1.000	2.560	2.560	0.09	0.228	
AYUDANTE DE MAQUINA	1.000	2.440	2.440	0.09	0.217	
MATERIALES					PARCIAL N	0.445
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B		
TRANSPORTE					PARCIAL O	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
PARCIAL P						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					2.67	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					0.53	
OTROS INDIRECTOS (%X)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.20	
VALOR OFERTADO					3.20	

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 4 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Encofrado (2 usos)

UNIDAD: m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.040	0.021
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.021
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 4	2.000	2.560	5.120	0.040	0.205
CAT2	1.000	2.440	2.440	0.040	0.098
MATERIALES					PARCIAL N
					0.303
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Tabla de monte (23*210)cm	u	2.070	1.680	3.480	
Pingo (2,5)m	u	0.400	0.800	0.320	
Clavos	lb	0.150	0.710	0.110	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					3.910
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					4.23
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%
OTROS INDIRECTOS (%X)					0.85
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.08
VALOR OFERTADO					5.08

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 5 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigón f'c=210 kg/cm²

UNIDAD: m³

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	2.000	1.032	
Concreteira	1.000	5.000	5.000	2.000	10.000	
Vibrador	1.000	4.375	4.375	2.000	8.750	
MANO DE OBRA					PARCIAL M	19.782
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
CAT 1	2.000	2.440	4.880	2.000	9.760	
CAT 3	1.000	2.470	2.470	2.000	4.940	
CAT 4	1.000	2.560	2.560	2.000	5.120	
MATERIALES					PARCIAL N	19.820
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B		
Ripio	m3	0.950	8.780	8.340		
Arena	m3	0.650	10.000	6.500		
Cemento	Kg	350.000	0.150	52.500		
Agua	m3	0.220	0.300	0.070		
TRANSPORTE					PARCIAL O	67.410
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
PARCIAL P						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					107.01	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%	21.40
OTROS INDIRECTOS (%X)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					128.41	
VALOR OFERTADO					128.41	

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 6 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Juntas de dilatación

UNIDAD: m

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.160	0.083
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.083
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 1	1.000	2.440	2.440	0.160	0.390
CAT 3	1.000	2.470	2.470	0.160	0.395
MATERIALES					PARCIAL N
					0.785
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Cinta PVC	m	1.000	4.370	4.370	
Masilla Bituminosa	Kg	0.100	2.230	0.220	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					4.590
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					5.46
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					1.09
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.55
VALOR OFERTADO					6.55

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 7 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y nivelación **UNIDAD:** m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.050	0.026
Estación Total	1.000	5.000	5.000	0.050	0.250
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.276
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Topógrafo IV	1.000	2.540	2.540	0.050	0.127
Cadenero	2.000	2.470	4.940	0.050	0.247
MATERIALES					PARCIAL N
					0.374
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
estacas de madera	u	2.000	0.150	0.300	
pintura caucho económica	galón	0.010	8.940	0.090	
clavos	kg	0.020	1.520	0.030	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					0.420
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					1.07
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%
OTROS INDIRECTOS (%X)					0.21
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.28
VALOR OFERTADO					1.28

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 8 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación para la plataforma **UNIDAD:** m³

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
Retroexcavadora	1.000	20.000	20.000	0.133	2.660	
MANO DE OBRA					PARCIAL M	2.660
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
O.E.P.01	1.000	2.560	2.560	0.133	0.340	
CAT2	1.000	2.440	2.440	0.133	0.325	
Ayudante Maquinaria	1.000	2.470	2.470	0.133	0.329	
MATERIALES					PARCIAL N	0.994
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
PARCIAL O						
PARCIAL P						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					3.65	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					0.73	
OTROS INDIRECTOS (%X)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.38	
VALOR OFERTADO					4.38	

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 9 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Gaviones

UNIDAD: m³

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.200	0.103
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.103
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 3	1.000	2.470	2.470	0.200	0.494
CAT 1	4.000	2.440	9.760	0.200	1.952
MATERIALES					PARCIAL N
					2.446
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Malla para gaviones Mac	u	0.500	41.960	20.980	
Alambre Galvanizado No. 14	kg	0.800	2.220	1.780	
Piedra de relleno de gaviones	m ³	1.000	10.000	10.000	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					32.760
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					35.31
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					7.06
					20.00%
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					42.37
VALOR OFERTADO					42.37

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 10 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y nivelación **UNIDAD:** m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.100	0.052
Estación Total	1.000	5.000	5.000	0.100	0.500
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.552
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Topógrafo IV	1.000	2.540	2.540	0.100	0.254
Cadenero	1.000	2.470	2.470	0.100	0.247
MATERIALES					PARCIAL N
					0.501
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
estacas de madera	u	2.000	0.150	0.300	
pintura caucho económica	galón	0.010	8.940	0.090	
clavos	kg	0.020	1.520	0.030	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					0.420
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
					PARCIAL P
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					1.47
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					0.29
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.76
VALOR OFERTADO					1.76

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 11 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Desbroce y limpieza **UNIDAD:** m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.133	0.069
MANO DE OBRA					PARCIAL M
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 1	2.000	2.440	4.880	0.133	0.649
CAT 4	1.000	2.560	2.560	0.133	0.340
MATERIALES					PARCIAL N
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
TRANSPORTE					PARCIAL O
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					1.06
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					0.21
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.27
VALOR OFERTADO					1.27

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 12 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hormigón lanzado f'c=210 kg/m² e=5cm

RUBRO: UNIDAD: m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.067	0.035
equipo de hormigón					
lanzado	1.000	18.750	18.750	0.067	1.256
Arnés de seguridad	4.000	0.375	1.500	0.067	0.101
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					1.392
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT 4	1.000	2.560	2.560	0.067	0.172
CAT 1	2.000	2.440	4.880	0.067	0.327
CAT2	1.000	2.440	2.440	0.067	0.163
CAT 3	1.000	2.470	2.470	0.067	0.165
MATERIALES					PARCIAL N
					0.827
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Arena	m3	0.043	10.000	0.430	
Cemento	Kg	19.000	0.150	2.850	
Agua	m3	0.010	0.300	0.003	
Aditivo	ltrs	0.080	1.000	0.080	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					3.363
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
					PARCIAL P
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					5.58
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 20.00%					1.12
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.70
VALOR OFERTADO					6.70

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

hoja 13 de 13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ **UNIDAD:** kg

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Arnes de seguridad	2.000	0.375	0.750	0.080	0.060
Herramienta menor	1.000	0.516	0.516	0.080	0.041
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.101
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
CAT2	1.000	2.440	2.440	0.080	0.195
CAT 3	1.000	2.470	2.470	0.080	0.198
CAT 4	1.000	2.560	2.560	0.080	0.205
MATERIALES					PARCIAL N
					0.598
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Acero de refuerzo	kg	1.000	1.740	1.740	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					1.740
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					2.44
INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)					20.00%
OTROS INDIRECTOS (%X)					0.49
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.93
VALOR OFERTADO					2.93

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa Hoja 1 de 1
La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza
PROYECTO: aluvial

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR COSTO DE MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TRANSPORTE	PRECIO FINAL
estacas de madera	u	0.15		0.15
pintura caucho económica	galón	8.94		8.94
clavos	kg	1.52		1.52
Tabla de monte (23*210)cm	u	1.68		1.68
Pingo (2,5)m	u	0.80		0.80
Clavos	lb	0.71		0.71
arena lavada en obra	m3	10.00		10.00
ripio triturado	m3	13.00		13.00
agua	lt	.001.		0.00
escalones	u	0.50		0.50
Aditivo	ltrs	1.00		1.00
Acero de refuerzo	kg	1.74		1.74
Piedra Bola (empedrado)	m3	12.00		12.00
Malla para gaviones	u	41.96		41.96
Alambre Galvanizado	kg	2.22		2.22
Piedra de relleno de gaviones	m^3	10.00		10.00
Cinta PVC	m	4.37		4.37
Masilla Bituminosa	Kg	2.23		2.23
Ripio	m3	8.78		8.78
Arena	m3	10.00		10.00
Cemento	Kg	0.15		0.15
Agua	m3	0.30		0.30
				-

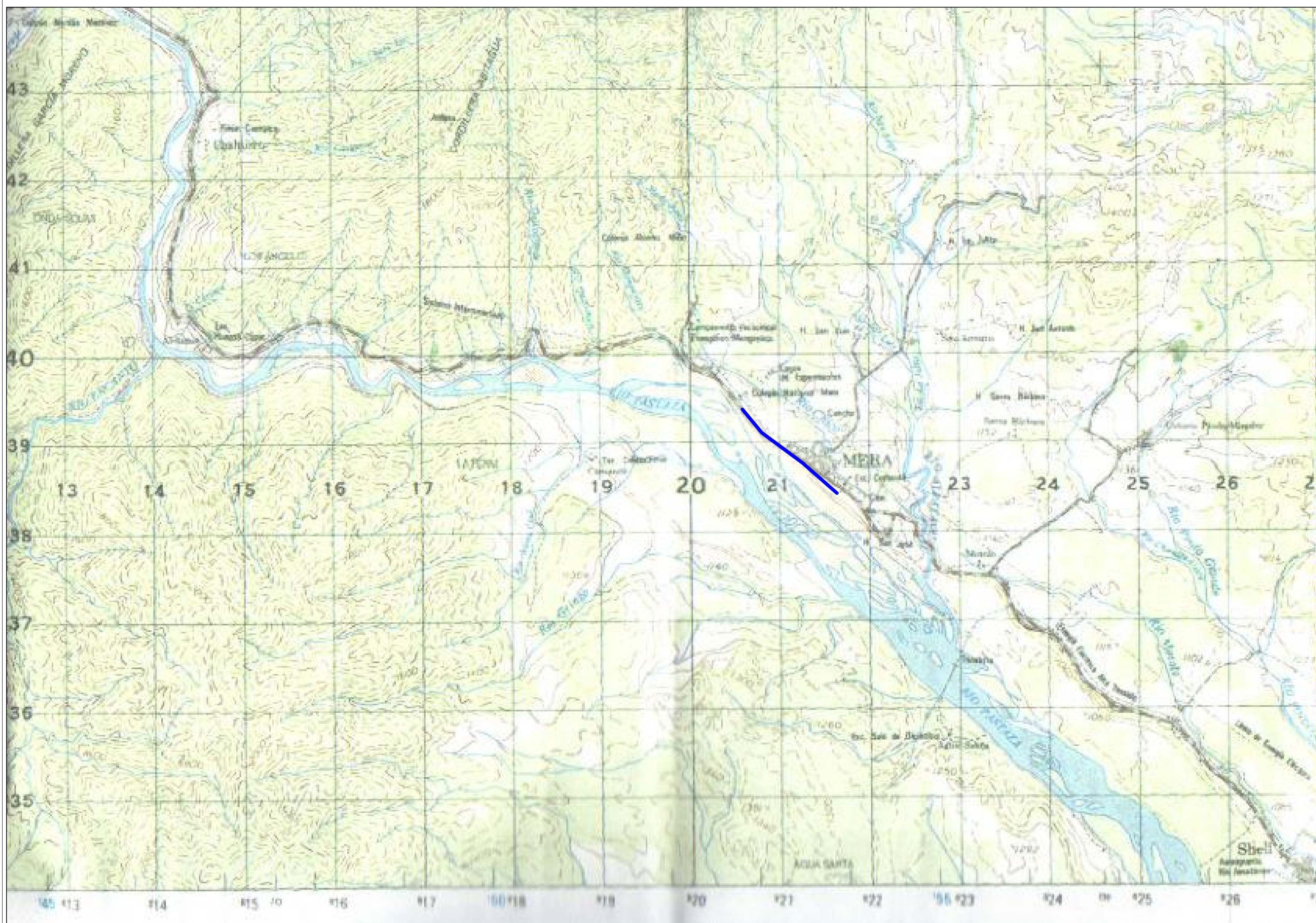
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

Hoja 1 de 1

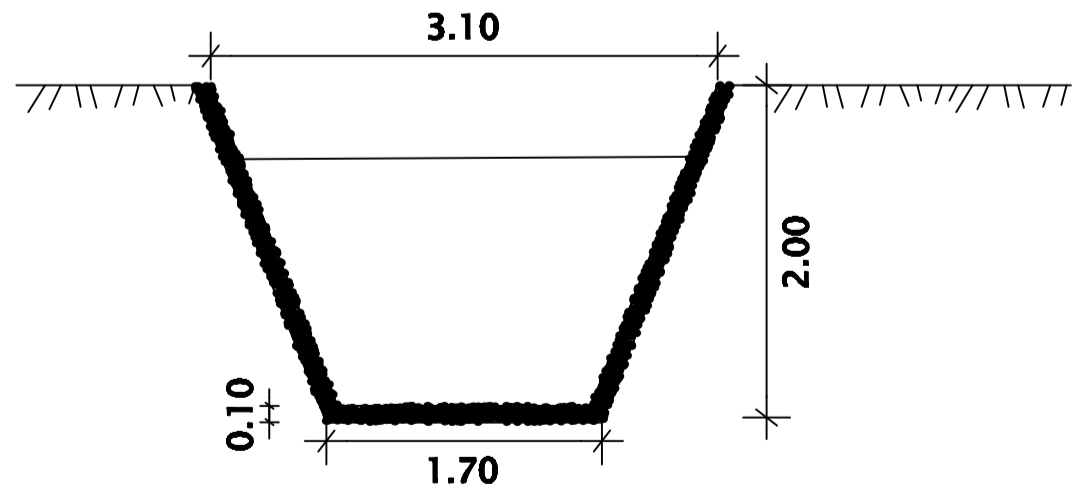
ELABORÓ: Egda. María Cristina Ochoa
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
 CUADRO AUXILIAR: TARIFAS DE EQUIPO**

DETALLE DEL EQUIPO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTES	REPUESTOS	MANTENIMIENTO	DEPRECIACIÓN	OTROS	TARIFA HORA	TARIFA DIA
Estación Total						40.00	5.00	40.00
equipo de hormigón lanzado						150.00	18.75	150.00
Retroexcavadora						240.00	30.00	240.00
Retroexcavadora 125						300.00	37.50	300.00
Arnés de seguridad						3.00	0.38	3.00
Herramienta menor						4.13	0.52	4.13
Concreteira						40.00	5.00	40.00
Compactador manual						16.00	2.00	16.00
Moladora						10.00	1.25	10.00
Vibrador						35.00	4.38	35.00
Elevador						10.00	1.25	10.00
							-	-
							-	-
							-	-

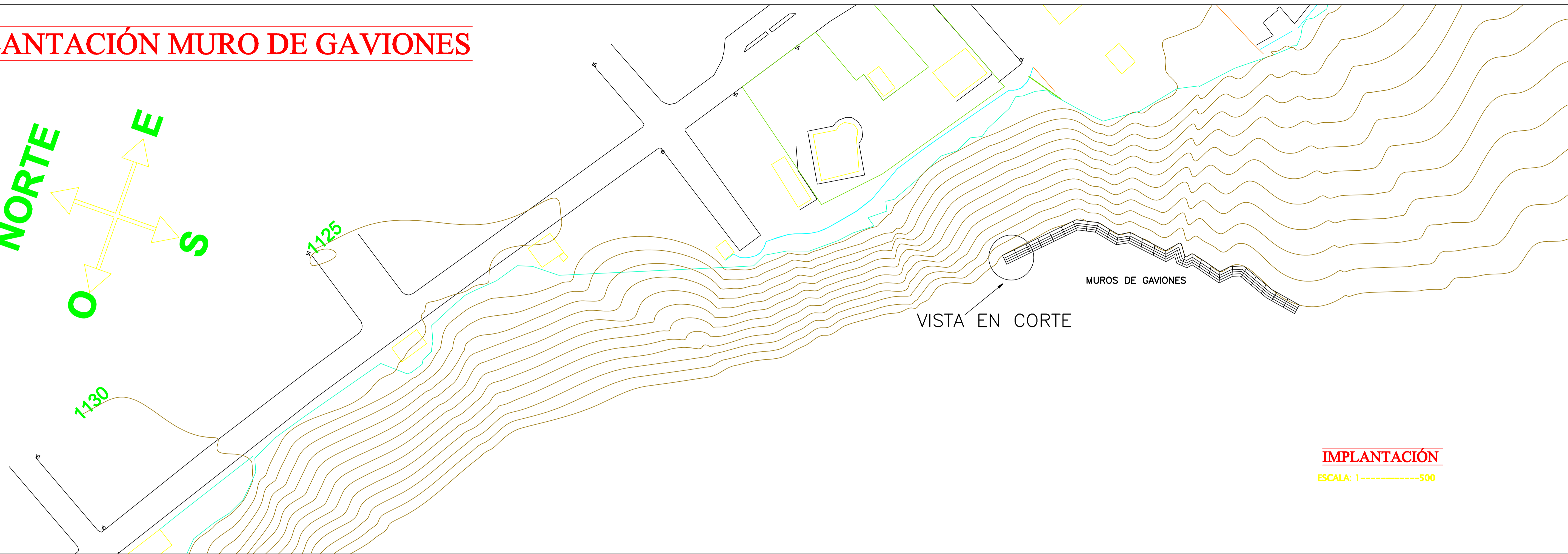
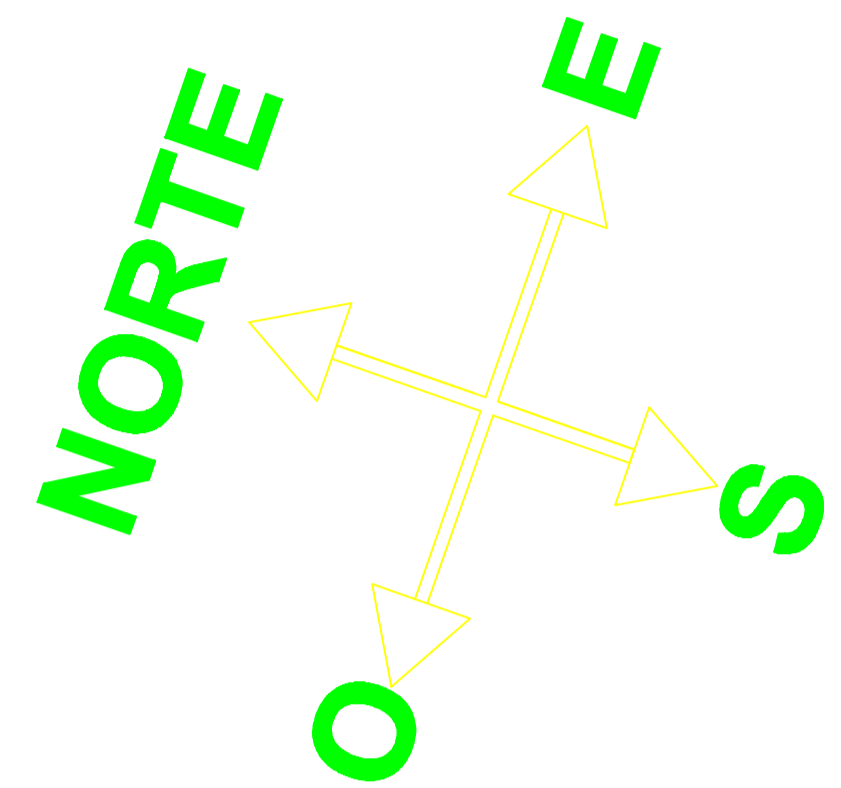


Carta Geográfica IGM
IMPLANTACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual esta asentada la ciudad de Mera.		
CONTIENE: IMPLANTACIÓN CORTE TRANSVERSAL SECCIÓN TIPO		
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2011	UBICACIÓN: CANTÓN MERA PROVINCIA DE PASTAZA
REALIZÓ: Egda. Cristina Ochoa	REVISIÓN: Ing. Germán Anda	LÁMINA: E 1 de 3

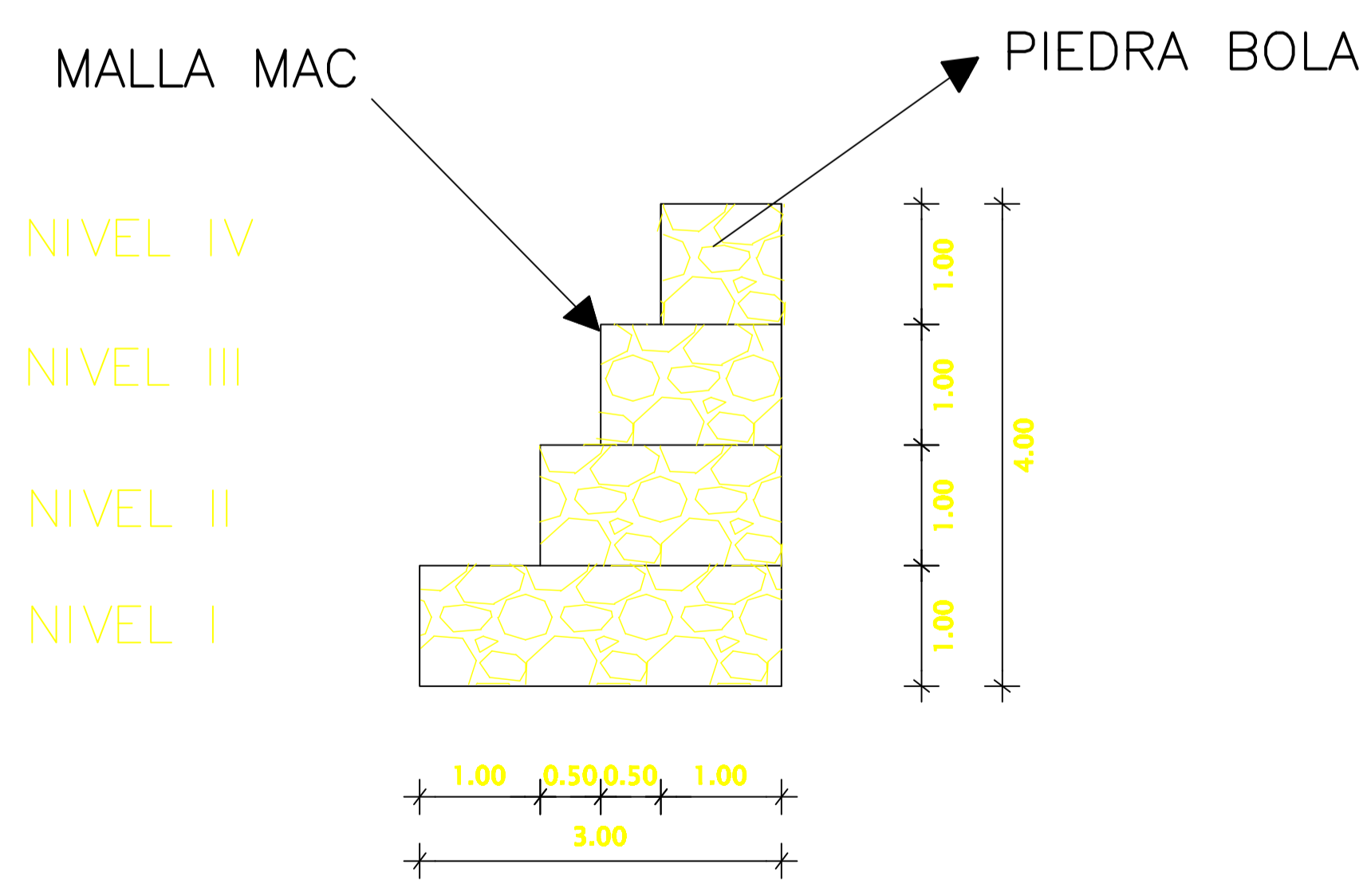
IMPLANTACIÓN MURO DE GAVIONES



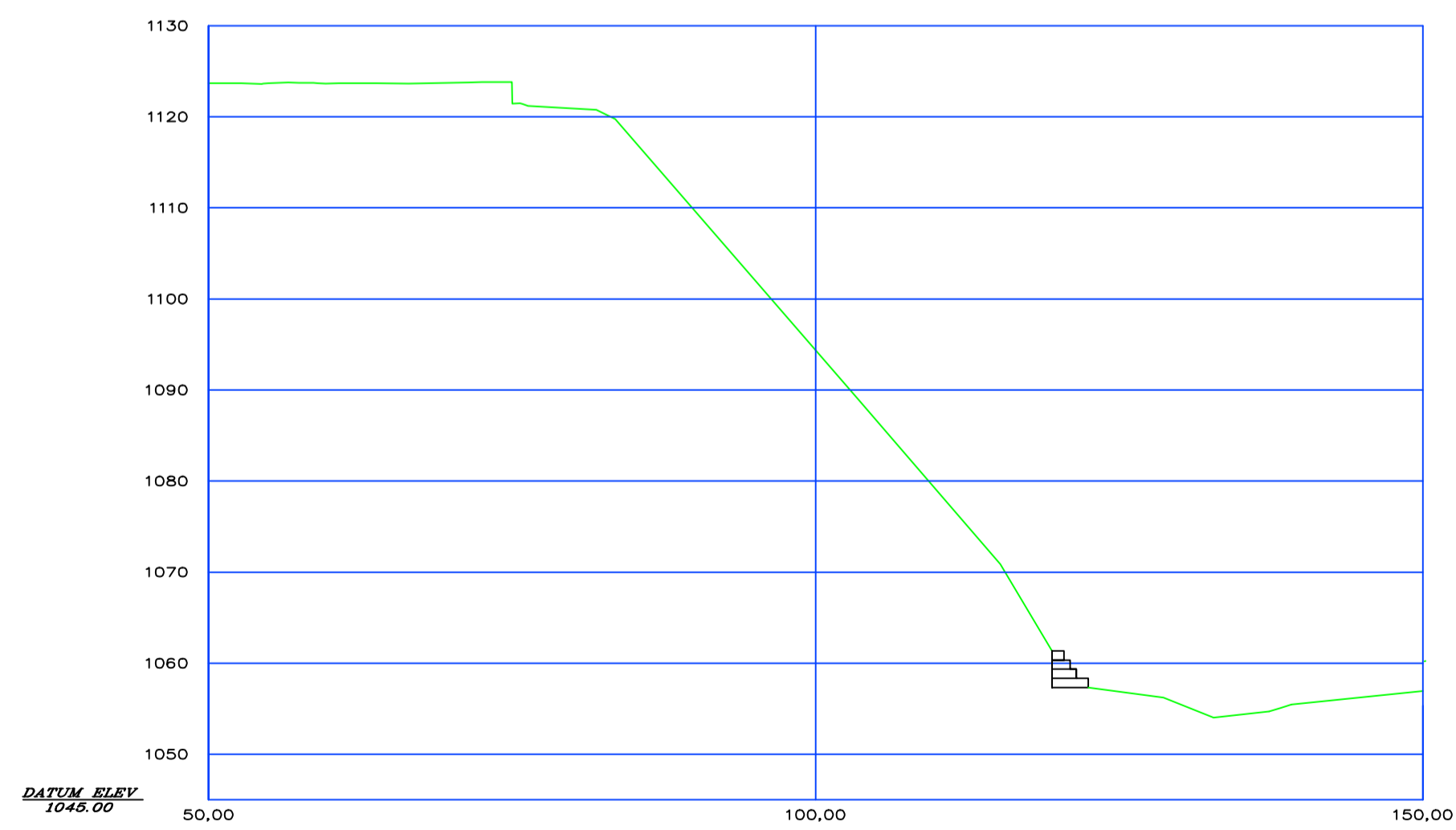
MUROS DE GAVIONES

VISTA EN CORTE

IMPLANTACIÓN
ESCALA: 1-----500



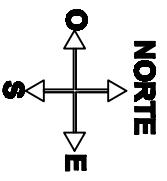
VISTA EN CORTE
ESCALA:-----1:50



SECCIÓN TIPO

ESCALA: H-----1:500
V-----1:400

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: La erosión pluvial y fluvial y su incidencia en la vulnerabilidad de la terraza aluvial sobre la cual esta asentada la ciudad de Mera.		
CONTIENE: IMPLANTACIÓN DE MURO DE GAVIONES VISTA EN CORTE SECCIÓN TIPO		
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2011	UBICACIÓN: CANTÓN MERA PROVINCIA DE PASTAZA
REALIZÓ: Egda. Cristina Ochoa	REVISIÓN: Ing. Germán Anda	LÁMINA: E 2 de 3



EVENTOS

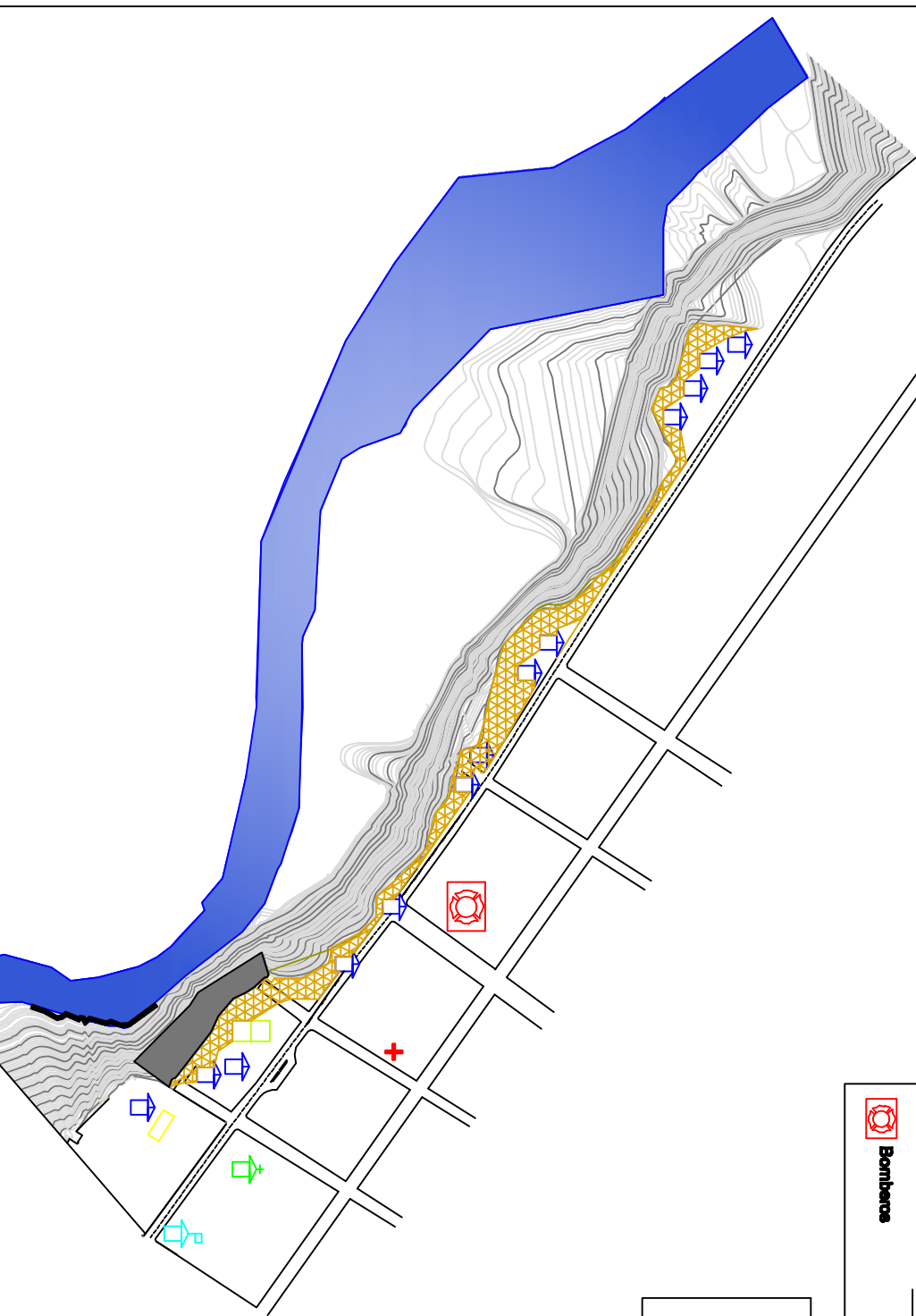
- Deslizamientos
- Lluvias e inundaciones

SIMBOLOGÍA

- Casas
- Escuela
- Teleáliteo
- Iglesia
- Bomberos
- Zona de riesgo de deslizamientos
- Cruz Roja
- Río Pastaza
- Via Puyo-Ambato

OBRAS DE MITIGACIÓN

- Muro de gaviones
- Estabilización de talud



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL AMBATO SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
La presente guía es producto de un subproyecto de investigación denominada "Análisis de vulnerabilidad de infraestructuras críticas"		
Coordinador: MSc. Ing. JUAN JOSÉ BARRERA		
AUTORÍA BARRERA, JUAN JOSÉ	COORDINACIÓN BARRERA, JUAN JOSÉ	FECHA DE ELABORACIÓN 2024
TÍTULO Guía de vulnerabilidad	INSTITUCIÓN UTA	PÁGINAS 3 de 3