

**ELABORAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CONTROL DE TALUD Y
MOVIMIENTOS DE TIERRA EN EL KILOMETRO 22 VIA USME Y VIA AL
PARQUE NATURAL DEL SUMAPAZ, VEREDA LOS ARRAYANES**

**PERIODO 2016
INGENIERIA CIVIL**

JESSICA JOHANA PARRA RUIZ

COD. 503111

WBERLEY JARA ROMERO

COD. 502090



UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIA

BOGOTA, 2016

CONTENIDO

1. ALTERNATIVA	5
2. LINEAMIENTO DE INVESTIGACION.....	5
3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	6
4. INTRODUCCION.....	8
5. MARCO TEORICO.....	9
5.1. ESTABILIDAD DE TALUDES.....	9
5.2. DISEÑO DE TALUDES	10
6. OBJETIVOS Y ALCANCES	15
7. LOCALIZACION.....	15
8. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
9. METODOLOGIA DE TRABAJO	17
10. TOPOGRAFIA.....	17
11. INFORMACION GENERAL	19
11.1. Geología.....	19
11.2. Geomorfología	19
12. EVALUACION GEOTECNICA.....	21
13. CONDICIONES ACTUALES	21
14. MODELO GEOTECNICO.....	23
15. ANALISIS DE ESTABILIDAD	23
16. DIAGNOSTICO GEOTECNICO	25
17. METODO UTILIZADO PARA SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA	25
17.1. METODO DE FELLENIUS.....	25
17.2. CONSIDERACIONES DEL MÉTODO DE FELLENIUS.....	27
17. RESULTADOS.....	29
17.1. CARTERA TOPOGRAFICA.....	29
17.2. CALCULOS METODO DE FELLENIUS	31
18. PLANOS.....	38
18.2. PLANOS TOPOGRAFICOS	38
18.3. PLANOS METODO DE FELLENIUS.....	39
19. CONCLUSIONES.....	40

21.	GLOSARIO	42
22.	BIBLIOGRAFIA	43
23.	OBSERVACIONES	44



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre para:



Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

El licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe darle crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con finés comerciales.



Sin Derivar — Si usted mezcla, transforma o crea nuevo material a partir de esta obra, usted no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — Usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Aviso:

Usted no tiene que cumplir con la licencia para los materiales en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una excepción o limitación aplicable.

No se entregan garantías. La licencia podría no entregarle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como relativos a publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar la forma en que utilice el material.

1. ALTERNATIVA

ELABORAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CONTROL DE TALUD Y MOVIMIENTOS DE TIERRA EN EL KILOMETRO 22 VIA USME Y VIA AL PARQUE NATURAL DEL SUMAPAZ, VEREDA LOS ARRAYANES.

Este proyecto es un proyecto de carácter social, ya que se evidencia la afectación de las aguas lluvias y aguas negras del sector en la vía que conduce a los municipio de Usme y del parque natural del Sumapaz, ocasionando un desplazamiento masivo de tierra sobre los predios que están en los linderas a esta vía, afectando de la misma manera un salón comunal y una cancha de futbol.

2. LINEAMIENTO DE INVESTIGACION

SANEAMIENTO DE LA COMUNIDAD QUE CONVERGE EN LA VIA HACIA EL MUNICIPIO DE USME Y EL PARQUE NATURAL DEL SUMAPAZ.



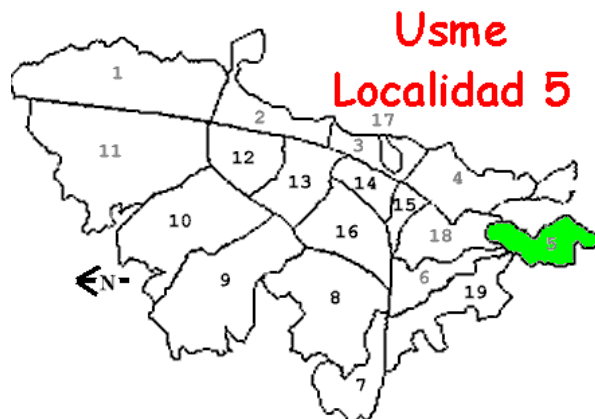
Fuente: Foto tomada por estudiantes

3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

La vereda los Arrayanes está ubicada en la localidad de Usme, esta es la localidad número cinco del Distrito Capital de Bogotá, Capital de Colombia. Se encuentra ubicada al suroriente de la ciudad.

La población de Usme se encuentra separada del casco urbano de la ciudad de Bogotá, pero la localidad incluye varios barrios del sur de la ciudad, además de la población y de extensas zonas rurales, sus límites son los siguientes:

- Norte: localidad de San Cristóbal, Rafael Uribe y Tunjuelito.
- Sur: localidad de Sumapaz.
- Este: Cerros orientales, con los municipios de Ubaque, Chipaque y Une (Cundinamarca).
- Oeste: localidad de Ciudad Bolívar.



Fuente: <http://lalocalidadquinta.blogspot.com/2014/04/mapa-de-la-localidad-de-usme.html>

Usme cuenta con uno de los pocos parques naturales de Bogotá, el Parque Ecológico Distrital Entre Nubes, en donde se encuentra la vereda los Arrayanes, el parque está destinado al ecoturismo con previo contacto de autoridades y guías competentes de la zona, donde se guarda alguna fauna y flora propias de esta zona del sur de Bogotá. Es vecina a la localidad de Sumapaz, en donde se encuentra el páramo más grande del mundo, debido a esto Usme se encuentra como una de las poblaciones más ricas en recursos hídricos.

La UPZ Entre Nubes contiene los siguientes barrios y veredas que son las comunidades que convergen alrededor de esta vía y del centro deportivo y social:

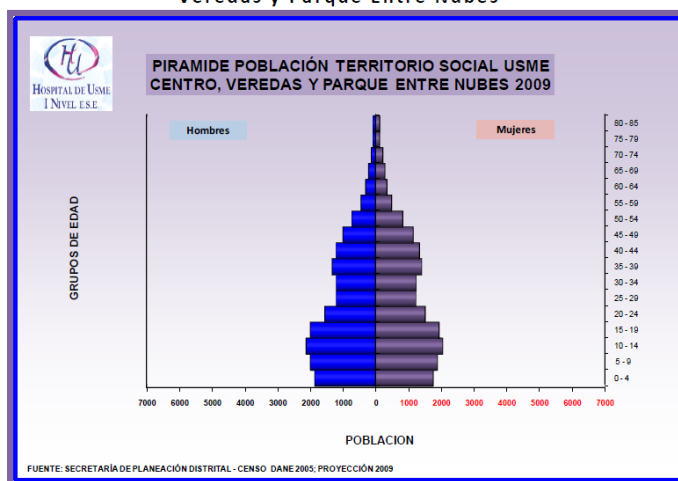
Arrayanes, Bolonia, El Bosque Central, El Nuevo Portal II, El Refugio I, La Esperanza Sur, Los Olivares, Pepinitos, Tocaimita Oriental, Tocaimita Sur.

La cantidad de habitantes totales de la localidad de Usme es de 426.176 habitantes al 2015, pero de acuerdo con la cantidad de barrios que la conforman, después de realizar la visita de campo al sector en donde se encuentra ubicado el complejo y de hacer una revisión a las cifras del DANE en el 2009, pudimos estimar que la población beneficiada es de un 0.44% del total, teniendo en cuenta que la densidad poblacional se encuentra en el casco urbano y que la UPZ entre nubes es la que cuenta con menor número de veredas y barrios.

DANE 2009:

De acuerdo a las proyecciones poblacionales del DANE para el 2.009, se estima que la población total de este territorio social está cercana a los 35.409 habitantes, siendo el 10,13% de la población total de Usme, de los cuales 17.903 son mujeres y 17.506 son hombres, representando un 50.56% y un 49.43% respectivamente. Quien aporta población en menor proporción a este territorio, es la UPZ Parque Entre nubes con un 0.44% del total de la población local, lo anterior explicado por las características del territorio en el cual su suelo es protegido y de reserva natural.

Grafico 20. Pirámide Poblacional UPZ Usme Centro, Veredas y Parque Entre Nubes



Fuente: Secretaría de Planeación Distrital – Censo DANE 2005; Proyección 2009.

Fuente: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/DX%20USME.pdf>

La población actual cercana al proyecto es de 1.875 habitantes, que serían los que le darían uso al proyecto con mayor frecuencia, es por esto que el grupo de trabajo y la comunidad están de acuerdo en la necesidad de mejorar la vía, construir canales de desagües de las aguas lluvias, la construcción de una red de alcantarillado de aguas negras, hacer una estabilización del talud el cual está afectando a la única cancha de fútbol y al salón comunal, evitar que las aguas sigan erosionando la calzada y la banca de la vía .

4. INTRODUCCION

La revegetalización de un talud por sí sola no constituye una opción de estabilización de terreno, ya que generalmente se ejecuta como una actividad complementaria o de maquillaje de las obras civiles de estabilización, pero no se puede desconocer su notable importancia de elemento de control de erosión y escorrentía a mediano y largo plazo, además de su importancia ambiental y paisajística; y eventualmente su efecto estabilizante de taludes. Desde esta perspectiva, el tratamiento de la cobertura de los taludes se constituye en una actividad apropiada para prolongar la durabilidad y estabilidad de las obras civiles, y en el caso que nos ocupa para la infraestructura vial.

Este proyecto corresponde al estudio y diseño por el método fellenius del sector 2, talud ubicado adyacente a la vía que comunica al centro de la localidad de Usme con el sector rural de la vereda arrayanes se realiza el diseño para que sea ejecutado por cualquier entidad, bien sea privada o pública, la comunidad de este sector necesita que se le dé solución al problema que presentan por el deslizamiento del material y se ven afectados por este suceso y muchas veces no pueden retirar sus cosechas para ser comercializadas.

Este proyecto se soporta en una adecuada información geológica, geomorfológica y geotécnica que se toma de la información técnica existente soporte de las obras adelantadas en el sector desde el año 2009 por parte de IDU. A partir de ella se conformara plantaran las alternativas de tratamiento necesarias en el área de estudio, así como los factores ambientales que incidan en su comportamiento. Siendo estudiantes de la universidad Católica de Colombia presentamos este proyecto entregando memorias de cálculo asesorados por un prestigioso ingeniero Civil con Doctorado en geotecnia.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

5. MARCO TEORICO

5.1. ESTABILIDAD DE TALUDES

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. En el caso de requerirse la estabilización por problemas de deslizamientos o erosión activos se debe analizar los mecanismos de falla y cuantificar el desequilibrio. El análisis debe incluir los conocimientos de mecánica de suelos, geología, hidrología, etc., y la experiencia del manejo de otros taludes en condiciones similares.

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; Sin embargo, en ocasiones se requieren obras con materiales no orgánicos para complementar la protección con vegetación.

El planteamiento, diseño e implementación de las obras de control de erosión, requiere de un trabajo conjunto donde deben intervenir geólogos y ambientalistas, forestales y expertos en vegetación nativa y los ingenieros civiles, hidrólogos, hidráulicos, y geotécnicos. 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. La producción de sedimentos, ocasionada por la erosión requiere de obras de control de sedimentos. La erosión es una de las principales fuentes de contaminación del agua, y la construcción de obras de ingeniería es una de las principales fuentes de erosión.

Se debe crear inicialmente una conciencia de la importancia y necesidad de controlar la erosión y la sedimentación durante la construcción de una obra de ingeniería, para lo cual es muy importante conocer los problemas que se presentan y las metodologías para su solución.

5.2. DISEÑO DE TALUDES

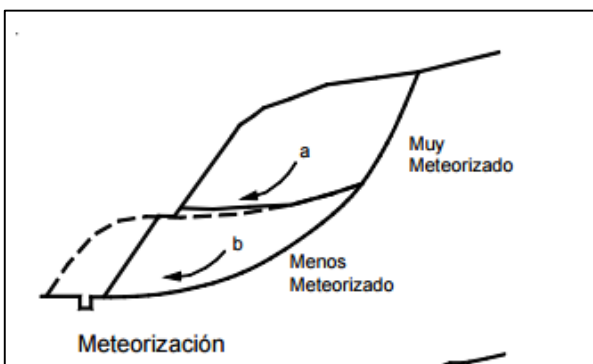
El diseño de un talud debe incluir como mínimo los siguientes elementos:

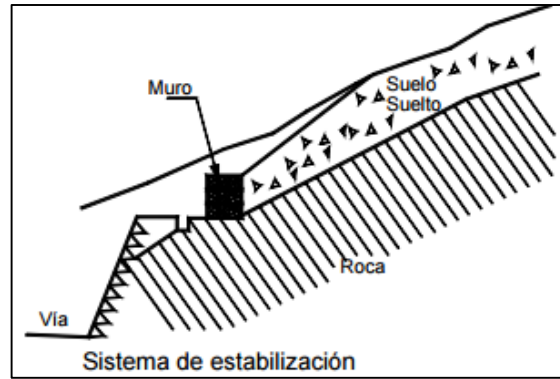
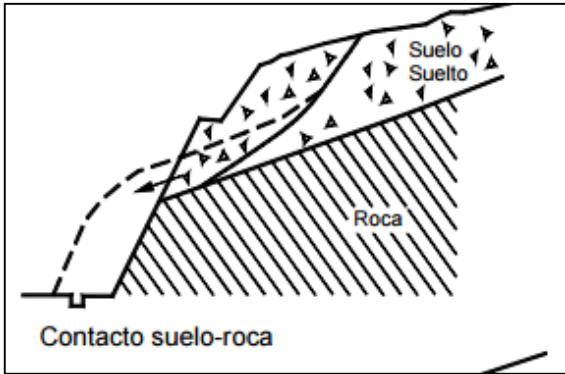
- a. Diseño de la forma del talud, pendientes, bermas, etc.
- b. Diseño de las obras de manejo de aguas de escorrentía
- c. Diseño de las obras de protección de la superficie del terreno. (Bioingeniería o recubrimientos)
- d. Diseño de las obras de control geotécnico (Subdrenajes, muros y otros sistemas de estabilización que se requieran).

Pendiente del talud

Para el diseño de la pendiente del talud se debe analizar a detalle las condiciones de litología, estructura y meteorización de los materiales constitutivos del talud. El suelo y la roca son materiales extremadamente complicados y heterogéneos y tienden a deteriorarse con el tiempo. Los suelos residuales por la presencia de discontinuidades estructurales son especialmente difíciles de manejar.

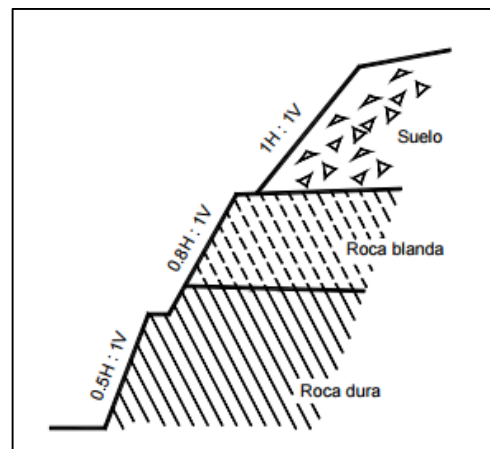
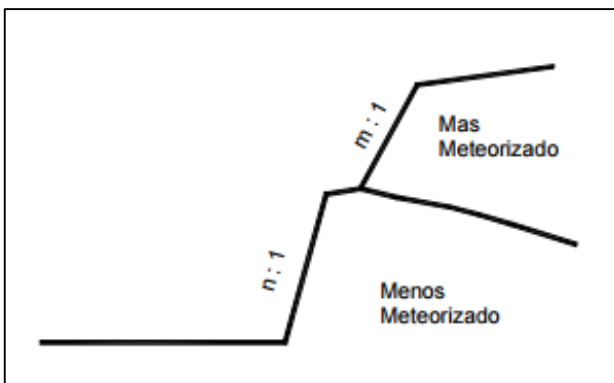
Para decidir el valor de la pendiente y la forma del talud se debe realizar un juicio en conjunto, analizando la influencia de todos los factores. En este estudio se puede requerir realizar ensayos de laboratorio y análisis de estabilidad, utilizando modelamientos matemáticos y físicos. El cálculo de factores de seguridad utilizando modelos matemáticos determinísticos como los de Fellenius, Bishop Janbú o tantos otros es una práctica de ingeniería muy utilizada; Sin embargo, no siempre se dispone de información geotécnica suficiente y se requiere utilizar criterios empíricos generales. El uso de sistemas semi-empíricos requiere de mucho cuidado especialmente si la experiencia no proviene de taludes en las mismas condiciones topográficas, climáticas y geotécnicas.





Fuente: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/074-capitulo10-controldeerosionentaludesyobrasdeingenieria.pdf

Taludes de pendiente combinada En la mayoría de los casos la resistencia y calidad de los materiales varía de acuerdo a la profundidad de la excavación y se requiere tener en cuenta estas diferencias para definir la pendiente. La solución más utilizada es la construcción de pendientes combinadas de acuerdo a las características del material



Fuente: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/074-capitulo10-controldeerosionentaludesyobrasdeingenieria.pdf

Bermas intermedias

Se debe construir bermas intermedias en los sitios de cambio de pendiente y en los sitios donde se requiera para garantizar un factor de seguridad adecuado contra deslizamiento. La localización y ancho de las bermas depende del propósito de las bermas.

Criterios generales para el diseño de bermas y pendientes

Para el diseño de bermas y pendientes se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

1. Formación Geológica

A mayor competencia de la roca se permiten mayores pendientes y mayores alturas. Las areniscas, calizas y rocas ígneas duras y sanas permiten taludes casi verticales y grandes alturas. Los esquistos y lutitas no permiten taludes verticales.

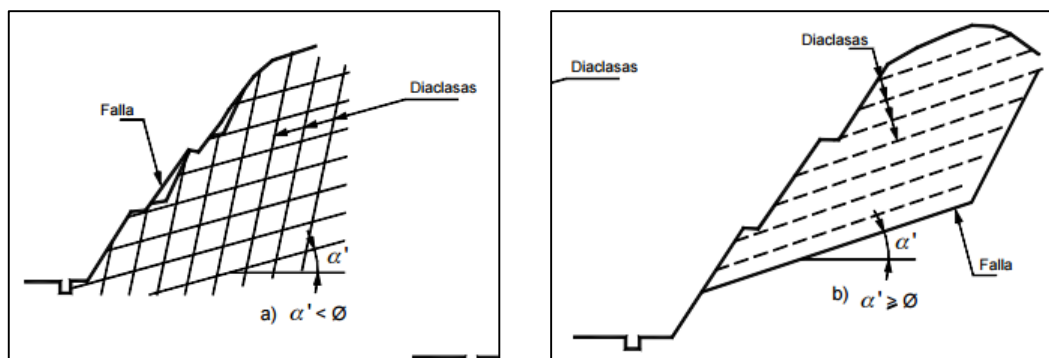
2. Meteorización

Al aumentar la meteorización se requieren taludes más tendidos, menores alturas entre bermas y mayor ancho de las gradas. Los materiales muy meteorizados requieren de taludes inferiores a 1H: 1V, en la mayoría de las formaciones geológicas no permiten alturas entre bermas superiores a 7 metros y requieren anchos de berma de mínimo 4 metros.

Para cortes en materiales meteorizados la pendiente en la parte más profunda del corte permite ángulos superiores a la cabeza del talud. Se recomienda para cortes de gran altura establecer ángulos diferentes de pendiente para el pie y la cabeza del corte, adaptándolos a la intensidad del proceso de meteorización.

3. Microestructura y estructura geológica

A menos que las discontinuidades se encuentren bien cementadas, las pendientes de los taludes no deben tener ángulos superiores al buzamiento de las diaclasas o planos de estratificación. Entre menos espaciadas sean las discontinuidades se requieren pendientes menores de talud. Para materiales muy fracturados se requieren taludes, alturas y bermas similares a los que se recomiendan para materiales meteorizados



4. Minerales de arcilla

Los suelos que contengan cantidades importantes de arcillas activas, tipo Montmorillonita, requieren de pendientes de talud inferiores a 2H: 1V. Los suelos con Caolinita permiten generalmente, taludes hasta 1H: 1V. Las alturas entre bermas en suelos arcillosos no deben ser superiores a 5 metros y las gradas deben tener un ancho mínimo de 4 metros.

5. Niveles freáticos y comportamiento hidrológico

Los suelos saturados no permiten taludes superiores a 2H: 1V a menos que tengan una cohesión alta.

6. Sismicidad

En zonas de amenaza sísmica alta no se deben construir taludes semiverticales o de pendientes superiores a 1/2H: 1V, a menos que se trate de rocas muy sanas.

7. Factores antrópicos

En zonas urbanas no se recomienda construir taludes con pendientes superiores a 1H: 1V y las alturas entre bermas no deben ser superiores a 5 metros.

8. Elementos en riesgo

Los taludes con riesgo de vidas humanas deben tener factores de seguridad más altos.

Soluciones a problemas específicos de estabilidad

a. Cambios bruscos de litología

Cuando ocurren cambios bruscos de litología por la presencia de coluviones, mantos de suelos blandos o perfiles muy meteorizados, se puede requerir construir una berma ancha en el sitio de cambio de litología y la construcción de estructuras de estabilización en la berma.

b. Presencia de estructuras heredadas

Los mantos de roca y los suelos residuales poseen una gran cantidad de fracturas o superficies de debilidad, en este caso las pendientes de los taludes deben ser determinadas por la localización y buzamiento de las fracturas. En ocasiones cuando aparecen estratos muy blandos se puede requerir tender el talud por el plano de estratificación.

c. Presencia de niveles freáticos

Cuando existen niveles freáticos dentro de talud se requiere pendientes muy suaves en la zona saturada o la construcción de sistemas de subdrenaje profundo (previamente a la realización del corte).

d. Taludes de gran altura

Los cortes de alturas muy grandes pueden producir fallas catastróficas y se deben realizar estudios y diseños específicos, de acuerdo a las características geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas de cada sitio.

Gradas para establecimiento de vegetación

El talud puede diseñarse con una serie de gradas, las cuales permiten el establecimiento de vegetación. El diseño de estas gradas depende de las características del talud, de la topografía y del sistema de vegetación a utilizar. Se puede requerir la construcción de trinchos para garantizar la estabilidad de las gradas.

Taludes en rellenos (Terraplenes)

Los taludes en llenos deben diseñarse racionalmente teniendo en cuenta las características de los materiales disponibles, el suelo de cimentación y las condiciones de estabilidad y de ejecución en cada sitio.

6. OBJETIVOS Y ALCANCES

Establecer los tratamientos de cobertura vegetal de los taludes viales indicados, ubicados sobre la vía bolivariana troncal hacia el páramo Sumapaz que comunica al casco urbano de san juan con la localidad de Usme, para lograr su recuperación ambiental mediante la revegetación del área intervenida usando el método fellenius

Los objetivos específicos del estudio son:

- Evaluar las condiciones actuales de la estabilidad por fenómenos de remoción en masa y erosión de los diferentes taludes viales usando dovelas y calculando la estabilidad del terreno.
- Establecer las recomendaciones a nivel de acciones y de obras basados en los resultados calculados por el método para mejorar o mantener las condiciones actuales de estabilidad de los taludes viales.
- Definir los tratamientos a nivel geotécnico que ayuden a la implantación o recuperación de la cobertura de los taludes viales.

7. LOCALIZACION

El sitio de estudio ubicado sobre el segmento vial 20005002, en la vereda los arrayanes, localidad de Usme de Bogotá D.C, el tramo de análisis transcurre entre las coordenadas $4^{\circ}23'28''N$, $74^{\circ}11'6''W$ y $4^{\circ}23'26,9''N$, $74^{\circ}11'5,1''W$, a una altura de 3135msnm, el cual se caracteriza por ser un sector montañoso y con cortes generados en la construcción de la vía.



Fuente: google map

8. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trabajo se desarrolla en torno a la necesidad de adecuar el talud en el kilómetro 22 vía Usme al parque natural del Sumapaz, ya que actualmente no cumplen con las normas mínimas para la evacuación de aguas lluvias y aguas negras las cuales están afectando el terreno y la banca de la vía ocasionando otros daños como afectaciones a un salón comunal y una única cancha de futbol que comparten 5 veredas del municipio de Usme y 2 del municipio del Sumapaz, esto evita el desarrollo de las actividades que tendrían lugar en dicho espacio, tales como encuentros deportivos entre comunidades, reuniones sociales de interés comunal, comunicación vía terrestre a los municipios y desplazamiento de productos que se cultivan en la región. Entre otras.



Fuente: Foto tomada por estudiantes



Fuente: Foto tomada por estudiantes

9. METODOLOGIA DE TRABAJO

Con el fin de determinar los tratamientos geotécnicos y la revegetalización necesarios para la recuperación ambiental de talud, se realiza un proceso sistemático que incluye:

- Visitas de reconocimiento con topógrafos, ingeniero Civil, geotecnista.
- Recopilación de información secundaria: geología y geomorfología del talud.
- Estudio topográfico y de localización. (levantamiento con equipos de topografía calibrados y certificados.)
- Análisis geotécnico de estabilidad.
- Uso del método fellenius, memorias de cálculos, planos.

Los análisis realizados en cada una de las etapas están consignados en el presente informe, mostrando los resultados obtenidos en las etapas del proyecto.

10. TOPOGRAFIA

Se realizó un levantamiento topográfico de todo el talud y la vía que permita diseñar las obras geotécnicas necesarias y ubicar adecuadamente el manejo de cobertura.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

El levantamiento topográfico se realizó mediante secciones transversales y delimitando las coronas de los cortes viales y el perímetro de las áreas tratadas. Como resultado se presenta el plano número 1, base para los diseños de la cobertura del área, el cual se puede consultar en el informe topográfico correspondiente.



Fuente: Foto tomada por estudiantes



Fuente: Foto tomada por estudiantes

11. INFORMACION GENERAL

11.1. Geología

El talud está localizado sobre la formación de arenisca la regadera, nombre que fue introducido como unidad independiente por JULIVERT (1964), quien la separa de la formación Usme tal como aparecía previamente en el trabajo de HUBACH (1957). Según la descripción de JULIVERT la unidad está formada principalmente por areniscas, no muy consolidadas, de grano frecuentemente grueso y por capas de conglomerados menos abundantes; alternando con areniscas y conglomerados se encuentra arcillas rosadas o rojizas el espesor de la unidad se estima en cerca de 400m. Su contacto inferior con la formación Bogotá es neto y localmente puede ser discordante. Según CARO et al. (1996) la formación arenisca de la regadera se depositó durante el Eoceno medio, en un ambiente fluvial de ríos trenzados a meandricos.

11.2. Geomorfología

La formación arenisca de la regadera se caracteriza por presentar formas de crestas y valles, las cuales corresponden a la intercalación de areniscas y arcillolitas (ver imagen dos), los cuales se componen de areniscas cuarzosas, de grano fino a medio, friable y de color gris a morado. Se pueden presentar en capas macizas, con laminación plano paralela o con laminación inclinada de bajo ángulo tangencial a la base. Esta última se puede presentar en capas aisladas, o en juegos de capas cuneiformes de entre 30 y 50 cm de espesor.

Las intercalaciones arcillosas se separan los niveles mayores de areniscas son raras veces observadas en campo debido a que están cubiertas por vegetación, en especial por pastizales. Estas se caracterizan por estar compuestas de arcillolitas macizas (abigarradas), multicoloreadas con predominio de los tonos blancos y grises. Los escasos afloramientos muestran que se trata ante todo de arcillolitas plásticas blancas a grises, generalmente sin rasgos de estratificación.

Las obras existentes (talud) no incluyen grandes procesos de inestabilidad, observando especialmente un deslizamiento superficial en forma planar de la arcillolita meteorizada por la acción de lluvias y la gravedad.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

A continuación se hace pequeña descripción de los procesos degradacionales identificados.

- **Erosión:** en el área se identifica erosión superficial y diferencial la cual se presenta sobre el material meteorizado; no se observan cárcavas u otros procesos acelerados que indiquen focos de erosión.
- **Deslizamientos superficiales,** corresponden a movimientos sobre los depósitos arcillosos inferiores los cuales poseen un grado de inestabilidad moderado en su contacto con los depósitos más duros, especialmente por erosión diferencial.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

12. EVALUACION GEOTECNICA

Dentro de la evaluación geotécnica se realizó una ficha técnica de diagnóstico inventario de taludes, la cual soporta la descripción de las condiciones geotécnicas actuales que se presenta a continuación.

13. CONDICIONES ACTUALES

El talud de estudio morfo métricamente corresponde a un talud de 5 metros de altura y 50 metros de ancho, conformado por un macizo rocoso de intercalaciones de bancos de arenisca con arcillolitas, moderadamente fracturadas.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

De la información recolectada y el reconocimiento del área de estudio se establece que el proceso de inestabilidad sobre el talud vial existente corresponde a una falla planar superficial, la cual genera deslizamientos de pequeña magnitud en los depósitos de arcilla meteorizada. Además, este proceso genera ocasionalmente caída de bloques, la cual se produce por el des confinamiento del material arenisca (perdida de soporte en la base por erosión diferencial), que en contacto con el deslizamiento del material arcillolita, permite la acción de la gravedad sobre el macizo y aumento de la erosión diferencial. El deslizamiento tiene un origen antiguo y se encuentra en estado avanzado, actualmente presenta actividad.

La ausencia de vegetación sobre la zona deslizada permite la acción de las lluvias, la cual genera procesos de erosión que aumentan, aun mas, los procesos de meteorización de la arcillolita. De esta manera, la roca se encuentra en un grado 3 de meteorización y fracturación sobre una pendiente de talud del orden de los 60°.

El agua superficial también tiene un grado de aporte al proceso de meteorización, la cual se presenta dentro una zona de infiltración tanto en el área del deslizamiento como en las áreas circundantes.

Las condiciones actuales indican la pertinencia de obras geotécnicas de contención las cuales están ligadas a un manejo de la vegetación.



Fuente: Foto tomada por estudiantes



Fuente: Foto tomada por estudiantes

14. MODELO GEOTECNICO

Basados en las observaciones de campo y las condiciones de los materiales existentes, se plantea el modelo geotécnico mostrado en la figura 1. Este modelo incluye el tipo de falla encontrado en el macizo rocoso y los procesos superficiales. Obsérvese que no se presenta nivel freático debido a que el diaclasa miento propio de los materiales rocosos impide el establecimiento de un nivel de presión hidráulica.

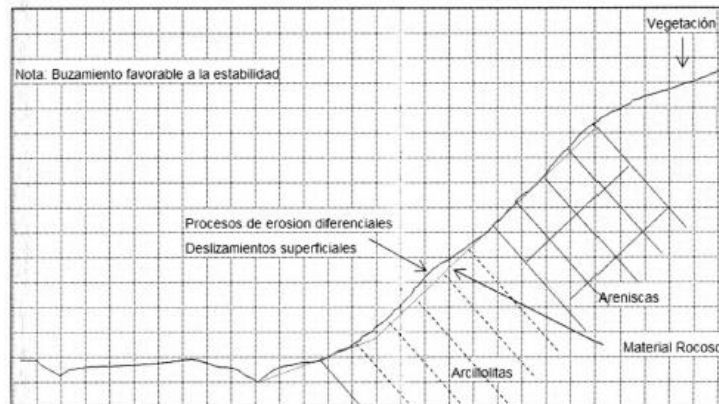


Figura 1. Condiciones de los materiales existentes

15. ANALISIS DE ESTABILIDAD

La geología estructural permite realizar un análisis de los planos de estratificación y diaclasa miento en el macizo rocoso, los cuales gobiernan la estabilidad del talud.

Dentro de este contexto, la visita de inspección incluyo la toma de datos de geología estructural, especialmente la información correspondiente al buzamiento y azimut de buzamiento para cada uno de los planos observados.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

La información tomada en campo es la siguiente:

PLANO	AZIMUT	BUZAMIENTO
Estratificación	N 70 W	48 E
diaclasa	N 56 E	53 E
Diaclasa	N 20 W	58 W
talud	N 100 E	

Esta información se presenta en la figura dos donde se localiza espacialmente la orientación y buzamiento de cada dato. Los datos fueron analizados con uso de red estereográfica, la cual permite inferir los tipos de falla y la estabilidad de talud, tal cual como se observa en la.

Los análisis de estabilidad indican la ausencia de grandes superficies de falla y en primera medida, el corte del talud es favorable a la estabilidad, toda vez que el buzamiento y la orientación de las diaclasas difieren de la orientación y buzamiento del talud.

Por otro lado, la estratificación y una de las diaclasas muestran un pequeño sector con falla planar, el cual dentro de la red estereográfica se representa por el triángulo externo al talud (curva roja) y dentro de las curvas verdes 2 y 3 que representan la estratificación y una de las diaclasas. Este tipo de falla gobierna el movimiento que se presenta en este talud, pero se recalca que los análisis indican el área de afectación es muy pequeña y no representa grandes procesos de inestabilidad.



Fuente: Foto tomada por estudiantes

Esta información fue verificada en campo y las fichas técnicas de diagnóstico de taludes confirman esta información.

16. DIAGNOSTICO GEOTECNICO

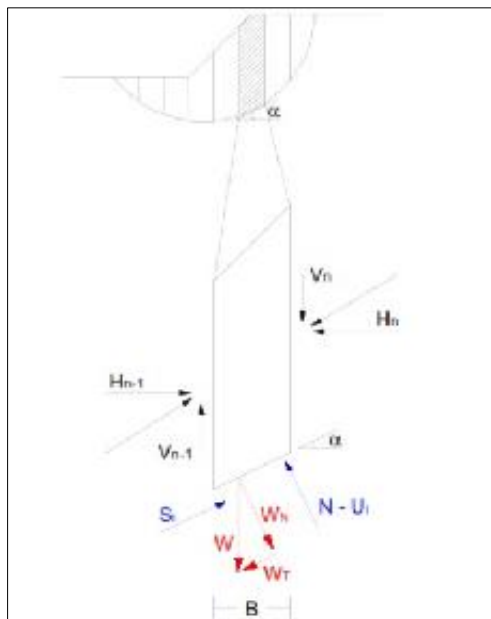
El macizo se encuentra estable, el sistema estructural del mismo favorece la estabilidad local. Su falta de cobertura genera problemas de meteorización, erosión y degradación de los materiales arcillosos, produciendo pequeños movimientos del suelo residual de la arcillolita.

En conclusión el talud de análisis presenta un deslizamiento superficial debido a falla planar, el cual involucra arcilla meteorizada por procesos de erosión diferencial. La ausencia de vegetación favorece el aumento de la erosión, la que a su vez impide la fijación de nuevas especies vegetales.

17. METODO UTILIZADO PARA SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA

17.1. METODO DE FELLENIUS

La gran mayoría de los métodos de equilibrio límite utilizados en la actualidad, se basan en el denominado método de las rebanadas o dovelas, propuesto por Fellenius (Figura), el cual consiste en dividir la masa de suelo potencialmente deslizante, en rebanadas verticales.



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/101883557/Metodo-de-Fellenius>

Una vez hecho esto, se calcula el equilibrio de cada una de las dovelas, para finalmente analizar el equilibrio global, obteniéndose así un Factor de Seguridad (FS), al que se le puede definir como la relación entre fuerzas o momentos

resistentes y fuerzas o momentos actuantes según sea el método, sobre la masa a deslizarse. Observándose la Figura, se puede apreciar que el peso de la rebanada (W) se descompone en una componente tangencial (WT) y otra componente normal (WN), paralela y perpendicularmente a la base de la rebanada, respectivamente.

La componente tangencial WT origina una fuerza cortante, inducida a lo largo de la base de la rebanada, a la que se le opone la propia resistencia al corte (Si) del terreno. Mientras que la componente normal WN actúa perpendicularmente al plano de la base de la rebanada, a la cual disminuida en la fuerza producida por la presión de poros(Ui), se opone a la reacción normal del suelo que se encuentra en la base de la rebanada (N).

Las fuerzas V y H, con sus respectivos subíndices, definen la interacción entre las rebanadas, y es la evaluación de estas reacciones internas lo que establece la diferencia fundamental entre los métodos; en el caso de Fellenius no se considera estas fuerzas en el cálculo del Factor de Seguridad.

Por lo tanto:

$$FS = \frac{\sum(c * \beta + (W * \cos \alpha - u * \beta) * \tan \phi)}{\sum W * \sin \alpha}$$

Donde:

WN : W * cos α

WT : W * sin α

Ui : u * β

W : Peso de la dovela

WN : Componente normal del peso de la dovela

WT : Componente tangencial del peso de la dovela

N : Reacción normal del suelo sobre la dovela.

u : Presión de poros.

Ui : Fuerza producida por la presión de poros

β : Base de la dovela

c : Cohesión del suelo

φ : Ángulo de fricción del suelo

α : Ángulo de la superficie de falla de la dovela

Si : Resistencia al corte del terreno = $c + \beta + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot \beta) \cdot \tan \phi$

H_{n, n-1} : Fuerzas horizontales de interacción entre dovelas

V_{n, n-1} : Fuerzas verticales de interacción entre dovelas

FS : Factor de seguridad

Si las circunstancias así lo requieren puede ser necesario considerarla incidencia de sobrecargas, fijas o temporales, las fuerzas defiltración a través de la masa de suelo, así como las acciones sísmicas.

Una vez que se calcula el FS para una determinada potencialesuperficie de falla, se repite el mismo proceso para otra supuesta superficie de falla, y así sucesivamente hasta llegar a un mínimo FS,asumiéndose así que dicha superficie es la más crítica y a través dela cual se producirá la falla.

Como se puede observar, el cálculo manual de este proceso es lento ytedioso, prestándose a errores durante la utilización de un grannúmero de parámetros, y quedando siempre la duda, si el valor del FS que hallamos finalmente es realmente el mínimo, o todavía podemos encontrar otra curva que lo minimice más, y aunque hay procedimientos para ir acotando progresivamente los FS, se necesitaría un número significativamente elevado de horas de trabajo manual para llegar a un valor fiable.

Con el cálculo electrónico el procesamiento es prácticamenteinstantáneo, y permite analizar un gran número de alternativas, porlo que el valor mínimo de FS puede acotarse dentro de un intervalorazonablemente aceptable en un tiempo muy corto.

17.2. CONSIDERACIONES DEL MÉTODO DE FELLENIIUS

- Primer método de dovelas en ser ampliamente aceptado.
- Ignora las fuerzas entre dovelas a fin de convertir el problema en estáticamente determinado.
- Considera el peso (W), y de las presiones intersticiales (u).
- El más simple de todos los métodos de dovelas y a la vez el más conservador, proporciona el Factor de Seguridad (FS) más bajo.

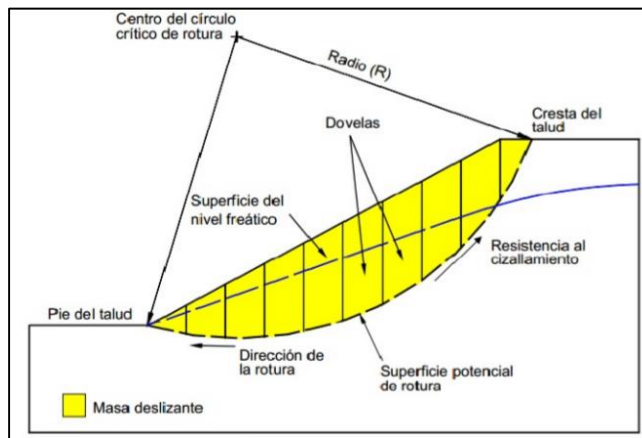
- Se aplica solo a superficies circulares.

Ecuación gobernante:

$$\sum ME = \sum MD$$

ME : Momentos estabilizadores, son generados por la resistencia al cizallamiento en la superficie de la rotura

MD : Momentos desestabilizadores, son generados por el peso del terreno incluyendo el peso del agua



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/101883557/Metodo-de-Fellenius>

17. RESULTADOS

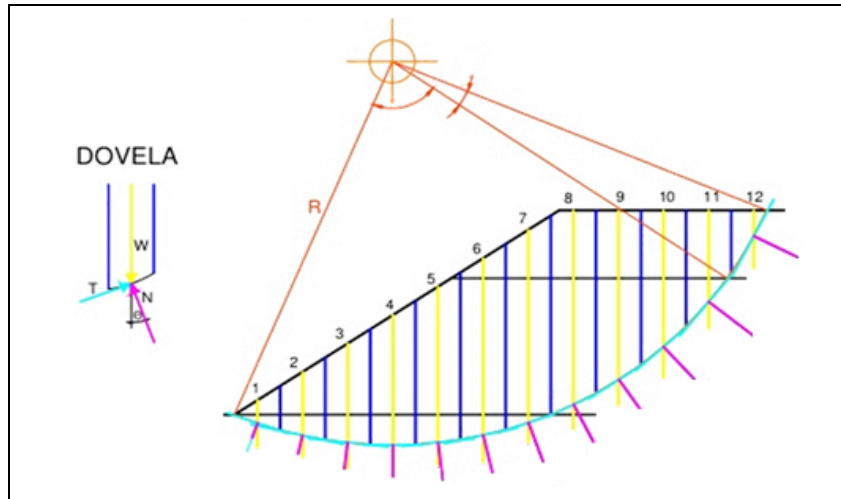
17.1. CARTERA TOPOGRAFICA

CARTERA DE CAMPO								
PROYECTO:	ELABORAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CONTROL DE TALUD Y MOVIMIENTOS DE TIERRA							
LOCALIZACION :	LOCALIDAD QUINTA DE USME - VEREDA ARAYANES							
Secciones transversales terreno natural								
Niveleta	100	v+	0,378	h instrumento	100,378			
Abscisa	Lecturas			Cotas				
	Izq.	Eje	Der.	Izq.	Eje	Der.		
K0+000	4,715	4,640	4,700	95,663	95,738	95,678		
K0+005	3,970	3,920	3,970	96,408	96,458	96,408		
K0+010	3,230	3,270	3,110	97,148	97,108	97,268		
K0+015	2,622	2,620	2,540	97,756	97,758	97,838		
K0+020	2,080	2,023	1,542	98,298	98,355	98,836		
K0+025	1,100	1,228	1,176	99,278	99,15	99,202		
K0+030	0,345	0,290	0,185	100,033	100,088	100,193		
C1	V-	0,373	100,005					
C1	100,005	V+	3,782	h instrumento	103,787			
Abscisa	Lecturas				Cotas			
	Izq.	Eje	Der.	TALUD	Izq.	Eje	Der.	TALUD
K0+035	4,330	2,680	2,557	4,450	99,457	101,107	101,230	99,337
K0+040	1,870	1,980	1,890	4,300	101,917	101,807	101,897	99,487
K0+045	1,165	1,330	1,285	4,250	102,622	102,457	102,502	99,537
K0+050	0,900	0,980	0,920	1,195	102,887	102,807	102,867	102,592
C2	V-	0,085	103,702					
C2	103,702	V+	0,978	h instrumento	104,680			
Abscisa	Lecturas				Cotas			
	Izq.	Eje	Der.	TALUD	Izq.	Eje	Der.	TALUD
K0+055	1,100	1,110	1,028	5,200	103,580	103,570	103,652	99,480
K0+060	0,750	0,750	0,740	4,165	103,930	103,930	103,940	100,515
K0+065	N/A	N/A	0,250	3,765	N/A	N/A	104,430	100,915
K0+070	N/A	N/A	0,140	3,750	N/A	N/A	104,540	100,930
K0+075	N/A	N/A	0,002	1,965	N/A	N/A	104,678	102,715
C2	103,702	V+	1,780	h instrumento	105,482			
Abscisa	Lecturas		Cotas					
	Izq.	Eje	Izq.	Eje				
K0+065	1,635	1,370	103,847	104,112				
K0+070	1,595	1,120	103,887	104,362				
K0+075	1,480	1,020	104,002	104,462				
Abscisa	Ancho Promedio							
K0+030	7,400							
K0+050	7,500							
K0+070	7,700							

Figura 2. Cartera Topografica

17.2. CALCULOS METODO DE FELLENIUS

METODO DE FELLENIUS



Datos:

$$\gamma_d = 10 \frac{kn}{m^3}$$

$$F_s = \frac{F_R}{F_A} > 1$$

$$\gamma_{sat} = 17 \frac{kn}{m^3}$$

$$F = \frac{S}{T} = \frac{P \cdot \cos \theta \cdot \tan \theta + C \cdot \frac{\Delta x}{\cos \theta}}{P \cdot \sin \theta}$$

	C'	θ
Arcillolita	25	12°
Arenisca	5	10°

FUERZAS ESTABILIZADORAS

(S) Estan compuestas por las fuerzas de cohesion y rozamiento interno del terreno $S \geq$

(S)= Fuerzas estabilizadoras

(T)= Fuerzas desestabilizadoras

$$S = F_e + F_c = P \cdot \cos \alpha \cdot \tan \theta + C \cdot \frac{\Delta x}{\cos \alpha}$$

P = Es la carga sobre la superficie de la rotura ($P = w + q + \Delta x$) Siendo W el peso de la cuña de tierra y q la sobre carga de uso

α = Angulo que forma la superficie de la rotura con la horizontal

θ = Angulo de rozamiento interno del terreno

C = Cohesion del mismo

Δx = El grosor de la rebanada

FUERZAS DESESTABILIZADORAS

(T) Se identifican los componentes tangencial de las cargas sobre la superficie de rotura

$$T = P * \text{Sen } \alpha = (w + q * \Delta x) * \text{Sen } \alpha = (\gamma * A + q * \Delta x) * \text{Sen } \alpha$$

γ = Peso específico del suelo

A = Es la superficie de la cuña de terreno que forma la rebanada

ARENISCA, γ_d - COMPLETO

$$C = 5$$

$$\phi = 10^\circ$$

$$F = \frac{S}{T} = \frac{P * \text{Cos } \phi * \text{Tan } \phi + C * \frac{\Delta x}{\text{Cos } \theta}}{P * \text{Sen } \phi}$$

$$F_s = \frac{F_R}{F_A} > 1$$

Dovela No. 1

$$w = v * \gamma$$

$$\Delta x = 2 \text{ metros}$$

$$\gamma_d = 11,31 \text{ m}^3 * 15 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$w = 120 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} (p)$$

$$\gamma_d = 10 \frac{\text{kn}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{169,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{2\text{m}}{\text{Cos } 10^\circ}}{169,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{39,6136 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{29,456 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,344 \quad \text{Estable}$$

Dovela No. 2 γ_d

$$\frac{P * \text{Cos } \alpha * \text{Tan } \phi + C * \frac{\Delta x}{\text{Cos } \alpha}}{P * \text{Sen } \alpha}$$

$$\frac{61,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{61,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{15,756 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{10,679 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,475 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 3 Yd

$$\frac{26,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{56,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{14,844 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{9,767 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,519 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 4 Yd

$$\frac{42,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{42,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{12,500 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{7,423 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,519 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 5 Yd

$$\frac{11,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{0,5}{\text{Cos } 10^\circ}}{11,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{4,492 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{1,953 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 2,300 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 6 Yd

$$\frac{54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{14,4541 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{9,3770 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,541 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 7 Yd

$$\frac{40,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{40,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{12,1098 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{7,0327 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 1,721 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 8 Yd

$$\frac{27 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{27 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{9,7656 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{4,6885 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 2,082 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 9 Yd

$$\frac{10,687 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 10^\circ * \text{Tan } 10^\circ + 5 * \frac{1}{\text{Cos } 10^\circ}}{10,687 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 10}$$

$$\frac{6,679 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{1,855 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,600 \quad \text{ESTABLE}$$

ARCILLOLITA , Yd - Completo

$$C' = 25$$

$$\phi = 12^\circ$$

Dovela No. 1 Yd

$$\frac{P * \cos \alpha * \tan \phi + 5 * \frac{\Delta x}{\cos \alpha}}{P * \sin \alpha}$$

$$\frac{169,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{2}{\cos 12^\circ}}{169,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{86,389 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{35,272 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 2,449 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 2 Yd

$$\frac{61,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{1}{\cos 12^\circ}}{65,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{38,345 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{12,786 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 2,999 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 3 Yd

$$\frac{56,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{1}{\cos 12^\circ}}{61,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{37,253 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{12,786 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 2,913 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 4 Yd

$$\frac{42,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{1}{\cos 12^\circ}}{42,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{34,446 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{8,888 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,875 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 5 Yd

$$\frac{11,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{0,5}{\cos 12^\circ}}{11,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{15,118 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{2,339 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 6,463 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 6 Yd

$$\frac{54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \cos 12^\circ * \tan 12^\circ + 25 * \frac{1}{\cos 12^\circ}}{54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \sin 12}$$

$$\frac{36,785 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{11,227 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,276 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 7 Yd

$$\frac{40,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{40,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{33,978 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{8,420 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 4,035 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 8 Yd

$$\frac{27 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{27 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{31,172 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{5,613 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 5,553 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 9 Yd

$$\frac{10,687 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{0,95}{\text{Cos } 12^\circ}}{10,687 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{26,502 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{2,221 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 11,932 \quad \text{ESTABLE}$$

ARCILLOLITA, Ysaturado= 17 Kn/m3

$$C'=25$$

$$\phi=12^\circ$$

Dovela No. 1 Yd

$$L=2,30$$

$$\frac{101,66 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{2,60}{\text{Cos } 12^\circ}}{101,66 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{87,588 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{21,136 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 4,144 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 2 Yd

$$L=2,85$$

$$\frac{48,45 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{48,45 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{35,631 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{10,013 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,537 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 3 Yd

$$L=2,90$$

$$\frac{49,3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{49,3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$$

$$\frac{35,808 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{10,250 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,493 \quad \text{ESTABLE}$$

Dovela No. 4 Yd	
L=2,50	
$\frac{42,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{42,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$	$\frac{34,394 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{8,836 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 3,892 \quad \text{ESTABLE}$
Dovela No. 5 Yd	
N/A	
Dovela No.6 Yd	
L = 1,65	
$\frac{28,05 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{28,05 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$	$\frac{31,39 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{5,83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 5,584 \quad \text{ESTABLE}$
Dovela No.7 Yd	
L = 1,15	
$\frac{19,890 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{19,890 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$	$\frac{29,694 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{4,135 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 7,181 \quad \text{ESTABLE}$
Dovela No.8 Yd	
L = 0,55	
$\frac{9,350 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{9,350 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$	$\frac{27,502 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{1,944 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 14,147 \quad \text{ESTABLE}$
Dovela No.9 Yd	
L = 0,25	
$\frac{4,038 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Cos } 12^\circ * \text{Tan } 12^\circ + 25 * \frac{1}{\text{Cos } 12^\circ}}{4,038 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * \text{Sen } 12}$	$\frac{26,398 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}}{0,840 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} = 31,426 \quad \text{ESTABLE}$

Figura 3. Cálculos Método de Fellenius

18. PLANOS

18.2. PLANOS TOPOGRAFICOS

18.3. PLANOS METODO DE FELLENIUS

19. CONCLUSIONES

- Los métodos de análisis por equilibrio limite (fellenius) son útiles a la hora de evaluar la estabilidad de taludes, donde no hay posibilidad de instrumentación ni de herramientas numéricas avanzadas.
- Para este método se requiere información sobre la resistencia del suelo y en base a estos los resultados dados son el factor de seguridad, los datos suministrados en este trabajo son aproximaciones que se tomaron de un estudio de suelos realizados para la construcción de un talud en el mismo sector por la entidad IDU ya que no se pudo realizar estos por falta de presupuesto y se tomó la información suministrada por la entidad.
- En este método de análisis también conocido como método de las dovelas o sueco, consiste en usar asumiendo superficies de fallas circulares dividir el área de fallas en tajadas verticales para obtener un factor de seguridad bajo la sumatoria de los momentos respecto al centro del círculo producido por estas fuerzas.
- El cálculo de taludes dependiendo el método que se use es compleja ya que se deben usar varias áreas y herramientas para solucionar los problemas de las estabilidades de un talud esto debido que no hay dos deslizamientos iguales por la sencilla razón de que la producción de la inestabilidad de un suelo suele originarse por múltiples condiciones.
- Los cálculos dados y los resultados obtenidos en este proyecto fueron verificados por especialistas en la materia, geotecnia, ingeniería Civil, Topografía, cartografía, geología. Las memorias anexadas se realizaron en Excel usando la formulación del método fellenius
- En las memorias de cálculos se verifica la estabilidad del terreno con los resultados obtenidos, cuando el resultado es mayor a uno (1) el terreno es estable sea la característica del terreno que sea teniendo presente que esta zona es un parque natural y reserva ambiental se debe contemplar no afectar la flora ni fauna del lugar. Por eso se recomienda que para la ejecución usar especies arboleares de la zona para ayudar a contener la inestabilidad del terreno y así no tener que usar métodos de obras civiles extremas que puedan afectar el páramo.

20. RECOMENDACIONES.

- Por la falta de los estudios de suelos de la zona donde se pretende realizar el talud se deben realizar con un laboratorio especializado y así poder hacer un cuadro comparativo de los resultados de las memorias de cálculo.
- Se recomienda que el manejo de la zona por la parte ambiental para la construcción del talud sea la idónea, que se hagan las siembras de las especies de la zona, árboles nativos, cuidando y preservando las especies existentes.
- Se recomienda realizar usar los cálculos anexados en las memorias de este proyecto, ya que la verificación y aprobación de los mismos fue hecha por profesionales con una alta experiencia en construcción, diseño de talud a nivel nacional.
- La construcción de este talud es muy importante para la comunidad ya que cuando se presentan lluvias fuertes el material hay depositado se desprende y ocasiona obstrucciones y la comunidad del sector se ve muy afectada por la falta de comunicación y no pueden sacar sus productos para la comercialización a la capital y demás zonas, por eso se realiza este estudio y diseño del talud para mejorar y darle solución a esta problemática.
- Se sabe que un estudio de suelos para una obra de estas tiene un alto costo por eso se recomienda solicitar el apoyo de las entidades estatales o privadas para ejecutar el diseño aquí propuesto.

21. GLOSARIO

- **Buzamiento:** Es el ángulo que forma la línea de máxima pendiente de una superficie de un estrato, filón o falla con su proyección sobre el plano horizontal.
- **Conglomerado:** Masa formada por diversas partículas de materiales unida por una sustancia adhesiva.
- **Corona del talud:** Parte superior del talud.
- **Diaclasa:** Pequeña fractura que se produce en rocas rígidas de la corteza terrestre.
- **Ecoturismo o turismo ecológico:** Es la actividad turística que se desarrolla sin alterar el equilibrio del medio ambiente y evitando los daños a la naturaleza. Se trata de una tendencia que busca compatibilizar la industria turística con la ecología.
- **Estabilización:** Corrección de desequilibrios graves de un terreno.
- **Geología:** Ciencia que estudia el proceso de formación y evolución de la Tierra.
- **Geomorfología:** Ciencia que estudia las formas de relieve terrestre y los factores que lo determinan.
- **Geotecnia:** Estudio de la interacción entre el suelo, su composición y comportamiento frente a las construcciones y edificaciones que se cimentan en el mismo.
- **Lindero:** Línea de división de una propiedad que viene descrita en las escrituras de la misma. También llamado lindero.
- **Morfología:** Estudio de la forma externa y la estructura de alguna cosa, objeto, terreno.
- **Talud:** Inclinação o pendiente Pronunciada de un terreno o muro.

22. BIBLIOGRAFIA

- <https://es.scribd.com/doc/75740829/METODO-DE-FELLENIOUS>
- <https://es.scribd.com/doc/101883557/Metodo-de-Fellenius>
- <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IH/DX%20USME.pdf>
- <http://llocalidadquinta.blogspot.com/2014/04/mapa-de-la-localidad-de-usme.html>
- <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/074-capitulo10-controldeerosionen taludes y obras de ingenieria.pdf>
- http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase9/estabilizacion_de_taludes.pdf

