



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis sísmico - dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras
de irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2017**

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

AUTOR:

Ronald Ávila Pareja

ASESOR:

Dr. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

LIMA – PERÚ

2017

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE
Mg.

SECRETARIA
Ing.

VOCAL
Mg.

DEDICATORIA

A mi familia, por haberme acompañado e iluminado a lo largo de todos mis años de estudio y por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero, en especial consideración a la Dra. Teresa Gonzales por su paciencia y apoyo para la culminación de esta investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ronald Ávila Pareja con DNI N° 40184054, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Abril del 2017

Ronald Avila Pareja

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Análisis Sísmico - Dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí - Región Lima- 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El Autor

ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Trabajos previos	17
1.3 Teorías relacionadas al tema	21
1.3.2.1 Dimensiones de variable dependiente	29
1.3.2.1.1 Estabilidad de taludes en terreno natural	29
1.3.2.1.2 Estabilidad de taludes en terreno saturado	29
1.3.2.1.3 Coeficiente sísmico crítico	29
1.4 Formulación del problema	29
1.5 Justificación del estudio	30
1.6 Hipótesis	31
1.7 Objetivos	32
II. METODOLOGIA	33
2.1 Diseño de investigación	34
2.3 Población y muestra	38
2.3.1 Población	38
2.3.2 Muestra	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	40
2.5 Métodos de análisis de datos	44
2.6 Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSIONES DE RESULTADOS	70

V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	75
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	76
LIBROS:	77
ANEXOS	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – 2 Deslizamientos de taludes en la zona de Sangallaya	16
Figura 2 – 1 Representacion del ensayo granulometrico “curva granulometrica”	25
Figura 3 Grafico de escala valorativa de evaluacion de expertos	43
Figura 4 Ubicacion geografica del distrito de sangallaya-huarochiri-lima	47
Figura 5 Mapa de recorrido de la ciudad de lima al distrito de Sangallaya	48
Figura 6 Mapa de intensidades sismicas en el Peru	53
Figura 7 Excavacion toma de muestra representativa de la calicata c-1	55
Figura 8 Excavacion toma de muestra representativa de la calicata c-2	56
Figura 9 Excavacion toma de muestra representativa de la calicata c-3	56
Figura 10 Conformacion de nuestro talud en estudio	59
Figura 11 Asignacion de propiedades de material 1	60
Figura 12 Asignacion de propiedades de material 2	60
Figura 13 Asignacion de las propiedades del material 3	61
Figura 14 Asociacion de propiedades de material a diferentes zonas del talud	61
Figura 15 Propiedades de falla al talud de estudio	62
Figura 16 Asignacion de metodos de analisis de estabilidad de taludes	62
Figura 17 Procesamiento del analisis de estabilidad	63
Figura 18 Procedimiento para visualizer e interpretar los calculos	63
Figura 19 Calculo de estabilidad de talud y factor de seguridad minimo	64
Figura 20 Representacion de resultado del analisis de estabilidad	64
Figura 21 Factor de seguridad para un sismo de 0.20	65
Figura 22 Factor de seguridad para un sismo de 0.15	65
Figura 23 Factor de seguridad para un sismo de 0.10	66
Figura 24 Grafico: Coeficiente sismico versus factor de seguridad	67
Figura 25 Grafico: Ecuacion del coeficiente sismico calculado	68
Figura 26 Grafico: Analisis de estabilidad de talud con agua hasta la superficie	69
Figura 27 Grafico: Talud con agua hasta la superficie y un evento sismico	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalizacion de variables	36
Tabla 2 Poblacion involucrada en la inestigacion	39
Tabla 3 Patos de la topografia para elaborar la geometria del talud estudiado	39
Tabla 4 Ficha de recopilacion de datos	41
Tabla 5 Expertos (evaluadores) para la presente investigacion	42
Tabla 6 Cuadro resumen de validacion de expertos	43
Tabla 7 Escala de interpretacion de validez	44
Tabla 8 Localizacion de la zona de investigacion	47
Tabla 9 Cuadro de distancias y tiempo para ruta 1	49
Tabla 10 Cuadro de distancias y tiempo para ruta ii	49
Tabla 11 Cuadro: Sismos con mayor o igual magnitud a 4.5 grad. esc. Richter	51
Tabla 12 Cuadro: calicatas y su progresiva	54
Tabla 13 Cuadro: resumen de resultados de laboratorio	57
Tabla 14 Datos de la topografia para la geometra trabajada o de analisis	57
Tabla 15 Grafico: características de terreno y trazo diseño hidraulico	58
Tabla 16 Cuadro: datos de la estructura estudiada (rapida)	59
Tabla 17 Cuadro: coeficiente sismico y factor de seguridad	66
Tabla 18 Cuadro:resumen de factor de seguridad y coeficiente sismico	67

RESUMEN

La presente investigación “Análisis Sísmico - Dinámico en taludes para el aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí - Región Lima 2017”, Tuvo como objetivo es evaluar que el analisis sísmico - dinámico en taludes contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochiri-Región Lima 2017. Para el análisis sísmico dinámico en talud, se usó como referencia al autor M.G. Gerscovich (2015), y las dimensiones trabajadas en la presente investigación fueron trabajos de campo, ensayos estándares y ensayos especiales con las cuales contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación Sangallaya tal como lo define Suarez Díaz (2009 Vol. 2), siendo las dimensiones estabilidad de taludes en terreno natural, estabilidad en terreno saturado y coeficiente sísmico crítico.

La Metodología que se aplicó a la presente investigación es la científica tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño pre - experimental. Siendo la población las estructuras de irrigación Sangallaya y la muestra una estructura denominada rápida donde la pendiente es mayor, los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron las fichas técnicas, y los procedimientos normalizados de ensayo.

Las conclusiones a las que se llegó en etapa investigación, son de que los taludes con mayores pendientes son más susceptibles al deslizamiento, así como el escenario en una posible saturación de suelo por efectos de precipitación pluvial en mayor tiempo y frecuencia desestabilizarían parte del talud estudiado, así mismo se demostró que si hay un evento sísmico - dinámico el talud tiende a desestabilizarse debido a la pérdida de fuerzas resistentes, siendo en estado natural estable llegando a alcanzar un factor de seguridad de F.S. 1.426.

Palabras clave: Talud, análisis sísmico-dinámico, factor de seguridad

ABSTRACT

The present investigation "Seismic Analysis - Dynamic in slopes for the assurance of irrigation structures Sangallaya - Huarochirí - Lima Region 2017", had as objective is to evaluate that the seismic - dynamic analysis in slopes will contribute to the assurance of the irrigation structures Sangallaya-Huarochiri -Region Lima 2017. For the dynamic slope seismic analysis, the MG author was used as a reference Gerscovich (2015), and the dimensions worked in the present investigation were field works, standard tests and special tests with which it will contribute to the assurance of Sangallaya irrigation structures as defined by Suarez Díaz (2009 Vol. 2), being the dimensions slope stability in natural terrain, stability in saturated terrain and critical seismic coefficient.

The methodology that was applied to the present investigation is the scientific type application, of explanatory level and pre - experimental design. Since the population is the Sangallaya irrigation structures and the sample is a so-called fast structure where the slope is greater, the instruments used for data collection were the technical data sheets and the standardized test procedures.

The conclusions reached in the research stage, are that slopes with higher slopes are more susceptible to landslide, as well as the scenario in a possible saturation of soil by effects of rainfall in greater time and frequency would destabilize part of the slope studied , likewise it was demonstrated that if there is a seismic - dynamic event, the slope tends to destabilize due to the loss of resistant forces, being in a stable natural state reaching a safety factor of FS 1,426.

Keywords: Slope, seismic-dynamic analysis, safety factor

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Las infraestructuras de irrigación, sistemas de drenaje, canales, acueductos, andenes, no es un tema de hoy en día; nuestros antecesores nos han dejado muchos legados históricos valiosos en muestra de su avance tecnológico como una solución a su problema o a su necesidad. Así mismo, la naturaleza misma y la intervención del hombre sobre ella (tala de árboles, construcciones en carreteras, edificaciones, industrias), han contaminado y modificado el ciclo hidrológico del agua en todo el mundo volviéndola más extrema, muchas zonas en todo el mundo donde escasea el agua, como también hay zonas donde el agua se vuelve un problema (inundaciones, deslizamientos, avalancha, aluviones, entre otros) mediante precipitaciones pluviales.

En el país tenemos grandes extensiones de terreno fértiles no aprovechables, dado el desabastecimiento hídrico natural que existe en muchas partes del país. Una forma de revertir esta situación ha sido generando proyectos de irrigación, el cual contempla represamiento de lagunas, canalizaciones, riego tecnificado. Dentro de toda la gama de consideraciones y técnicas ingenieriles aplicadas a este tipo de proyectos, está la estabilización de taludes y laderas, las cuales se ha estado tomando con cierta ligereza a los tramos de canal, generando sobrecostos en el movimiento de tierras y voladuras en la etapa de ejecución, deslizamiento, así como interrupciones cuando el proyecto se encuentre en servicio.

El diseño y la evaluación de la estabilidad física de taludes en un área de estudio, es esencial para garantizar la seguridad de las obras civiles. Existe varias técnicas para evaluar la estabilidad en laderas y taludes, que van desde empíricos, modelos matemáticos y más sofisticados, con la ayuda de un ordenador se puede generar modelos que se acerquen más a la situación real, los cuales necesitan el ingreso de parámetros geotécnicos, geológicos, geomecánicos, hidrológico-hidrogeológicos, topográficos. En los proyectos muchas veces no son considerados o son considerados ligeramente con poca proyección

y exactitud este tipo de análisis sísmico-dinámico en estabilidad de taludes, exponiendo a las estructuras proyectadas a muchos riesgos y sobrecostos.



Figura I - 1. Deslizamiento de talud en la zona de Sangallaya

Fuente: Municipalidad distrital de Sangallaya

Las aceleraciones sísmicas generan fuerzas inerciales en la masa de suelos o rocas, los que pueden producir inestabilidad de los taludes, originando caídas de rocas y deslizamientos de masas superficiales de terreno, hasta traslación y rotación de grandes volúmenes de suelo y roca, por fallamiento a profundidad (Alva, 1991).



Figura 1 – 2 Deslizamientos de taludes en la zona de Sangallaya

Fuente: Municipalidad distrital de Sangallaya

Un análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos permite representar mejor los esfuerzos generados como resultado de la aplicación de un sismo, además de incluir en los análisis otros factores, como exceso de presión de poros, resistencia post-sísmicas y posibles zonas de licuefacción. De esta forma se toman en consideración elementos dejados de lado por los métodos de equilibrio límite, que puedan afectar la estabilidad de la estructura analizada. Los resultados que se obtienen deberían permitir mejor un entendimiento general del comportamiento de la estructura y su estabilidad durante y después del sismo (Urrutia, 2008).



Figura I - 2. Inestabilidad de talud en zona de estructura de irrigación.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes nacionales

(Urrutia Varanese, 2008 pág. 37,45). En su investigación *Análisis Dinámico de Estabilidad por Elementos Finitos de los Taludes de la Costa Verde en el Distrito de Miraflores*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería 2008, cuyo objetivo fue “realizar un análisis dinámico de estabilidad de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Miraflores por el método de elementos finitos, usando el programa GeoStudio 2004 v6.20. el objetivo de un análisis dinámico de estabilidad e taludes por elementos finitos fue determinar los excesos de presión de poros, las resistencias post-sísmicas, la deformación permanente y las posibles zonas de licuefacción desarrolladas en la estructura analizadas, como resultado de la aplicación de uno o varios sismos de diseño. El instrumento para el análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos fueron: QUAKE/W para análisis estático inicial, QUAKE/W para análisis dinámico, SLOPE/W para análisis dinámico de estabilidad por elementos finitos. (p. 32-34). Los resultados finales de los análisis dinámicos por elementos finitos son la variación del factor de seguridad durante el sismo y las deformaciones permanente que sufrirá la estructura, ambos para cada una de las superficies analizadas. (p.37-45). Al respecto dicho trabajo guarda concordancia con la investigación del suscrito en la similitud de las herramientas que se aplicaran en el presente estudio, las cuales son: uso de métodos numéricos y manejo de software.

(Alvarado Salazar y otros, 2014 pag. 175). En su investigación *Estabilización de taludes en la costa Verde-Callao Tramo. Av. Santa Rosa-Jr. Viru. (1.3 Km).*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura 2014 (175 pp)., cuyo objetivo fue “Elaborar el estudio de la estabilización de talud entre la Av. Santa Rosa-Jr. Viru (1.3 km); que permitirá evitar el riesgo de vidas e incrementar la calidad de vida de la población asimismo la obstrucción del

tránsito de acuerdo a las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y otras normas relacionadas. El tipo de investigación realizadas por los autores a criterio de este investigador es cuantitativa. Las herramientas utilizadas fueron los ensayos geotécnicos (trabajos de campo, ensayos estándares y especiales de laboratorio) y el modelamiento para identificar las zonas inestables y plantear alternativa de solución. La investigación que acabamos de analizar, en opinión del suscrito es interesante el planteamiento de la solución, pues se da de manera desarrolla estudio para el entendimiento del comportamiento de los materiales involucrados, para luego hacer un modelamiento y plantear una solución práctica y económica. Por lo que hay cosas rescatables que ayudan a la presente investigación.

(Gamarra Rivera, 2009 pág. 175). En su investigación *Nuevas fuentes Sismogénicas para la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro Uniforme en el Perú*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil 2014 (175 pp)., cuyo objetivo fue “Elaborar probabilísticamente el peligro sísmico y generar espectros de peligro uniforme a partir de una definición de fuentes sismo-génicas. Para alcanzar el objetivo planteado se juntó para el área de estudio, que comprende todo el territorio nacional, la información sísmica necesaria, fundamentalmente de los registros instrumentales reportados en los catálogos sísmicos de la entidad Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la National Earthquake Information Center (NEIC). Con la información disponible se procedió a recopilar los datos en un solo catalogo sísmico, evitando la duplicidad de estos y homogenizando las magnitudes reportadas a Magnitud Momento (Mw) mediante las expresiones (GSHAP) y el institute Seismological Center (ISC). (p. 13). El tipo de investigación realizadas por los autores a criterio de este investigador es descriptivo. De las conclusiones, “como conclusión general se puede mencionar que la sismicidad del área de estudio está determinada por la ocurrencia de eventos sísmicos de subducción de interface e intraplaca, y por eventos continentales o de corteza superficial. Así mismo se han definido en

total 20 fuentes sismogénicas para el Perú; 1 corresponden a fuentes de subducción, de las cuales 5 son de subducción de interface y 9 de intraplaca, y corresponden a fuentes continentales. Ubicadas en la ciudad de Iquitos el factor de amplificación dinámica obtenido en este trabajo supera notoriamente al propuesto por la norma sísmica E-030 – 2003. Aun así, las demandas sísmicas obtenidas para períodos mayores a 0.8 seg. Son menores al espectro de esta norma pero mayores que la norma E-030 – 1997. (p. 134). La investigación que acabamos de analizar, en opinión del suscrito es interesante porque explica los conceptos y la forma del cómo se analiza los datos sísmicos, así mismo explica las cualidades de los tipos de evento sísmico; con lo cual enriquecerá la investigación del suscrito.

1.2.2 Antecedentes internacionales

(Sepúlveda Barraza, 2011 pág. 3). En su investigación sobre el *Comportamiento Sísmico de Taludes de Roca-Aplicación del Método Newmark*. Tesis para optar el título de Maestro Ingeniero Civil-Geotécnico. Lima. Universidad Politécnica de Madrid, escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos. Cuyo objetivo fue desarrollar una herramienta que permita aplicar el mencionado método a la estabilidad de taludes rocosos con parámetros geotécnicos sometidos a acción sísmica, en particular, bajo terremotos chilenos reales (p. 3), con respecto a la metodología el autor refiere los siguientes procedimientos: 1) Llevar a cabo el análisis de la estabilidad por equilibrio límite. 2) Analizar los datos de historia sísmica para determinar los movimientos sísmicos esperables en el sitio de proyecto. 3) Calcular los desplazamientos acumulados durante el sismo. (p. 28). Finalmente se ha elaborado una herramienta que permite calcular de manera sencilla los desplazamientos totales permanentes que se producirán en taludes que serán afectados por terremotos, siempre que se disponga de un acelerograma adecuadamente digitalizado. Se ha aplicado a dos terremotos registrados en Chile de magnitudes muy elevadas ($M_w > 8.0$). La

investigación que acabamos de analizar, en opinión del suscrito se circunscribe al empleo necesario de acelerograma, así como el uso del método de Newmark cuando se trate de taludes con macizo rocoso. Así mismo sería conveniente disponer de una base de datos de registro de aceleraciones, tales que pudiera conocer la influencia de tipo de terremoto, mecanismo de rotura de falla, magnitud del terremoto, incorporar análisis probabilístico.

(Angamarca Angamarca, 2010 pag. 112). En su investigación sobre *“Modelación Numérica de Estabilidad de Taludes Controlados por la Presencia de Niveles de Despegue de Alta Plasticidad y Permeabilidad”*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Loja. Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil.2014 (112 pp). Cuyo objetivo general es la simulación de deslizamiento de taludes, a partir de modelación numérica utilizando programas computacionales de estabilidad de taludes. La metodología usada fue la simulación y modelación numérica de taludes que presenten deslizamientos, utilizando software de estabilidad de taludes (PLAXIS y SLOPE), sometidos a variaciones de altura de nivel freático y permeabilidad. Para proceder al análisis y comparación de resultados se tomaron valores obtenidos por los dos programas propuestos. (p. 09-10). En lo que respecta a la metodología de equilibrio limite (Slope), se toma como representativo el método Bishop; mientras que la metodología de elementos finitos (plaxis), se caracteriza por un análisis de reducción de constante de la resistencia cortante del suelo. Uno de los factores principales que ocasionan esta falla es la deficiencia característica geotécnica del suelo que no ayuda a dar soporte a la masa del suelo y produce fallas sistemáticas. Por otra parte las lluvias constantes que en el sector ocurren provocan la saturación del suelo lo cual contribuye a un deslizamiento. (p. 67). El tipo de Investigación desarrollado es cuasi experimental. El autor concluye que entre las dos metodologías utilizadas dentro de su investigación sobresale el método de elementos finitos, ya que sus resultados de superficie de falla son semejantes a los que presentan actualmente el talud. Mientras que el

método de equilibrio límite sobredimensiona tales superficies, ya que la superficie de falla es propuesta por el modelador. El programa Plaxis realiza el análisis por elementos finitos proporciona una superficie de falla más profunda que los círculos de falla analizados por el programa Slope perteneciente al método de equilibrio límite. (p. 75-76). La investigación que acabamos de analizar, considera un número específico de herramientas que están relacionados con el desarrollo que se desea alcanzar, tales como al empleo de Elementos Finitos mediante el software PLAXIS y es concordante con las herramientas alternativas a usar en el presente estudio.

(Garzón Iral y otros, 2012 pág. 16). En su investigación Evaluación de la Vulnerabilidad y Consecuencias por Deslizamientos en la Conexión Vial Aburra-Rio Cauca entre las Abscisas Km 04+000 y Km 39+00. Tesis para optar el título de Especialización en Vías y Transporte Medellín. Facultad de Ingeniería Civil. Medellín. Universidad de Medellín. Cuyo objetivo es Evaluar la Vulnerabilidad y Valorar las consecuencias económicas por deslizamientos en la vía conexión vial Aburrá-Rio Cauca entre las abscisas km 4+000 y 39+000.(p.16). La metodología para cuantificar la vulnerabilidad, debe estar asociada a los dineros que se han invertido en la vía, por concepto de rehabilitación, reparación y obras de mitigación. Tomando lo anterior como perdidas relacionadas a la vía.(p. 17). La investigación que acabamos de evaluar podemos observar aporta una herramienta de medir económicamente las consecuencias de los deslizamiento, el cual apoya en cierta medida a la presente investigación.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Marco teórico variable independiente

Análisis Sísmico-Dinámico en Talud

(M.S. Gerscovich, 2015 pag. 117) "Talud" es así como se denomina a cualquier superficie inclinada de suelo o de un macizo rocoso. Puede ser Natural, también llamado ladera, o construido por el hombre, como en los cortes y terraplenes.

Los métodos de análisis que presentan a continuación se basan en el enfoque del equilibrio límite y se diseñaron para hacer análisis en dos dimensiones (2D). Todos los métodos suponen un estado de deformación plana y su validez está asociada con la forma de la superficie de falla. (p.117) El método Sarma (1973-1979) se desarrolló inicialmente para estimar el valor de aceleración crítica (k_c), necesario para que una determinada masa de suelo alcance la condición de equilibrio límite por la acción de terremotos. A pesar de este enfoque, el método es extremadamente interesante para la obtención del FS de taludes en condiciones estáticas. (p. 166)

”Estabilidad Dinámica de Taludes” cuando un talud está sometido a un terremoto, los esfuerzos tangenciales asociados con la aceleración del terreno se suman a los esfuerzos tangenciales necesarios para el equilibrio estático y pueden producir una inestabilidad temporal en el talud. Las características principales de este problema pueden estudiarse examinando un plano inclinado. Si se acelera el bloque en una dirección paralela al plano, la fuerza tangencial entre el bloque y el plano, debe ser diferente de T , fuerza tangencial necesaria para el equilibrio estático. (LAMBE, 2002). (p. 251)

(Suarez Díaz, 2009 pág. 506) “Estabilidad durante terremotos” durante los grandes terremotos se producen numerosos deslizamientos en taludes naturales y la falla de terraplenes. La mayoría de estas fallas han sido de una importancia relativamente escasa, aunque se han producido algunos deslizamientos de grandes consecuencias.

(Suarez Díaz, 2009 pág. 189) “Análisis Sísmico” los eventos sísmicos son capaces de inducir fuerzas de gran magnitud (de naturaleza cíclica) las cuales pueden producir la falla rápida de taludes y laderas. Además la resistencia al corte de un suelo, puede reducirse a causa de las cargas oscilatorias que generan deformaciones cíclicas, o debido a la generación de presiones de poros altas.

“Flujos por eventos sísmicos” la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud y poca profundidad de foco genera una gran cantidad de deslizamientos cosísmicos, los cuales pueden convertirse en avalanchas. La formación de avalanchas por eventos sísmicos depende de las características del sismo, de la susceptibilidad de las laderas a los deslizamientos de tierra y de la coincidencia o no de con periodos de lluvia. Para la ocurrencia de grandes avalanchas generalmente, se requiere un sismo de magnitud superior a 6.0. (p. 200).

“Activación de deslizamiento por lluvias” el proceso de saturación y ascenso del nivel freático puede determinar el mecanismo de falla de un talud por efecto de la lluvia. El agua infiltrada puede estabilizar el talud de dos formas diferentes: Eliminación de tensiones negativas y Ascenso del nivel freático. (p. 245).

“Comportamiento sísmico de los taludes” los sismos son fenómenos naturales causados por el movimiento de fallas geológicas en la corteza terrestre. Al moverse las fallas, se producen ondas de diferentes tipos y de gran poder, las cuales viajan a través de las rocas. Los movimientos sísmicos pueden activar deslizamientos de tierra. En el caso de un sismo, existe el triple efecto de aumento del esfuerzo cortante, la disminución de la resistencia por aumento de presión de poros y deformación, asociados con la onda sísmica; pudiendo llegar a la falla al cortante y hasta la licuación en el caso de los suelos granulares saturados. (p. 267).

“Metodología Unificada de Análisis Sísmico de Taludes” el análisis de deformación y el análisis de estabilidad del talud, pueden correlacionarse en un método unificado de evaluación de taludes, de acuerdo con la recomendación de la FHWA (Kavazanjian y otros 1997). Primeramente obteniéndose un factor de seguridad del talud, utilizando un coeficiente sísmico conservador. Si el factor de seguridad resultante es inaceptable, se realiza un análisis de deformaciones sísmicas permanentes, de acuerdo con el método de Newmark. Procedimiento de Análisis: Paso 1. Determinar las propiedades de los suelos para e caso sísmico,

las cuales pueden obtenerse en un triaxial cíclico. Si no se tienen ensayos dinámicos en el caso de arcillas o limos, multiplique por 0.80. Paso 2. Determinar el coeficiente sísmico K_s utilizando los criterios de aceleración sísmica para estabilidad de taludes por el método pseudo-estático. Paso 3. Realice el análisis pseudo-estático de estabilidad de taludes. Si el factor de seguridad es suficiente, no se requiere análisis adicionales. Si el factor de seguridad es relativamente bajo, se procede a hacer análisis de deformaciones de acuerdo con los criterios de Newmark. Paso 4. Análisis de deformación de Newmark: 4.1 calcule la aceleración K_y que produce un factor de seguridad de 1.0 empleando un procedimiento de ensayo y error. 4.2 Calcule la deformación permanente sísmica usando un programa de software del método de Newmark para el sismo. 4.3 Compare la deformación calculada con la deformación máximo permisible.

El autor define:

Análisis Sísmico-Dinámico de taludes: el conocimiento de los agentes que provocan un movimiento en la masa e suelo (talud o ladera), así como el tipo de movimiento que provoca, los daños, y las deformaciones que produce, puede ser un sismo, precipitaciones pluviales (aumento de presión de poros, disminución de esfuerzo de corte) u otros agentes.

Talud: superficie de terreno que no es llano, que tiene pendiente, pudiendo ser suelo o roca. Así mismo el estado con el cual fue provocado naturalmente se denomina ladera, y si hay intervención del hombre se denomina talud.

1.3.1.1 Dimensiones

1.3.1.1.1 Trabajos de campo

Se denomina trabajo de campo a la recolección de datos de campo, el cual se puede ser mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas), o mediante máquinas perforadoras. En nuestro caso fue mediante calicatas tal como lo recomienda en el libro de Braja Das.

1.3.1.1.1 Ensayos de laboratorio

Los procedimientos de ensayos fueron realizados siguiendo los lineamientos de las normas técnicas INACAL (del Instituto Nacional de Calidad) y también teniendo como referencia el libro denominado Manual de Laboratorio de Suelos de Josep Bowles. Los cuales comprenden determinar las propiedades físicas de los materiales recolectados en campo (suelos). Los ensayos fueron:

- Analisis granulométrico

Procedimiento estandarizado en donde se hace pasar una muestra de suelo sobre una batería de tamices, del cual se obtiene porcentajes que son expresados en porcentajes que pasa. Nos da la concepción de la distribución de tamaños que tiene una muestra de suelos en su componente y es representada en un gráfico.

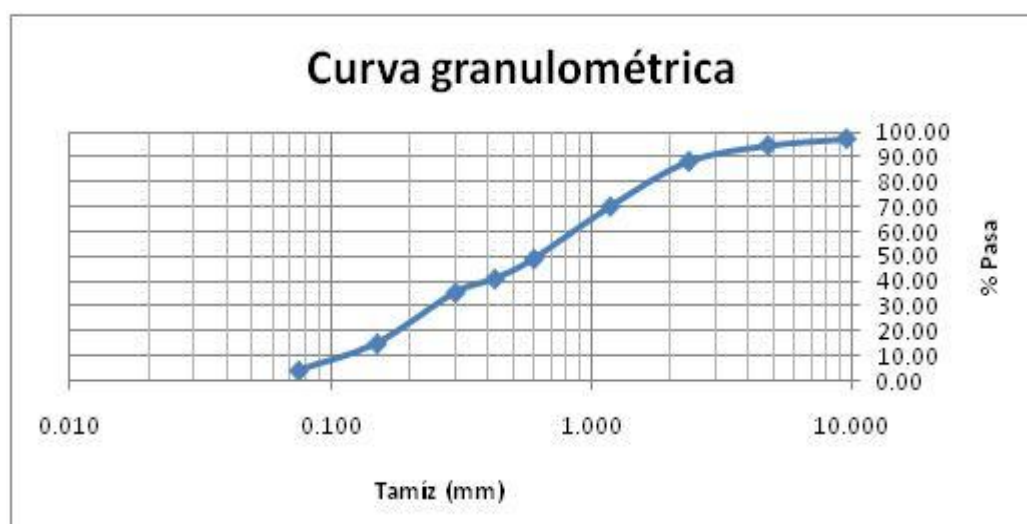


figura 2 – 1 Representación del ensayo de análisis granulométrico “Curva granulométrica”

Fuente: Elaboracion propia

- Límites de Atterberg

Procedimiento estandarizado donde se determina el Limite Liquido y el Limite Platico, mediante la copa Casagrande y una placa de vidrio respectivamente. El resultado es contenido de humedad que tiene un suelo para pasar de un estado a otro.

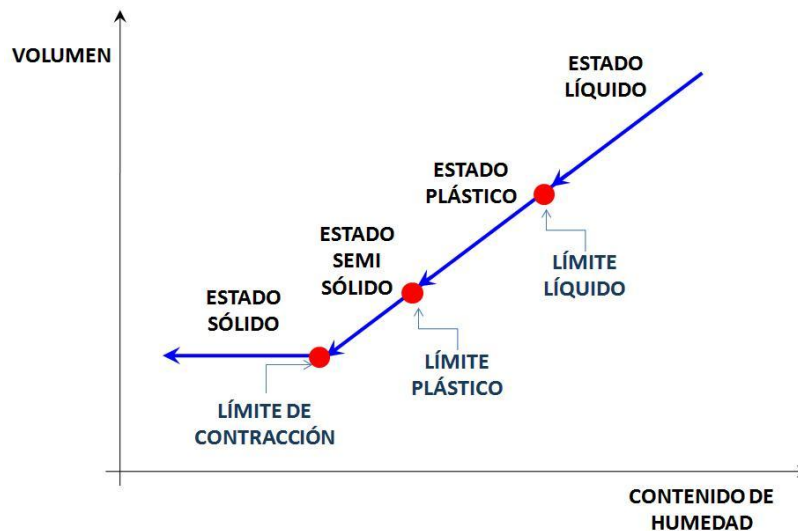


Figura 2 – 2 Representación de los límites de Atterberg

Fuente: Elaboracion propia

- Contenido de humedad natural

Es el contenido de agua expresado en porcentaje respecto a la masa seca, se determina mediante secado de una muestra representativa en un horno o estufa a 100°C.

1.3.1.1.1 Ensayos Especiales

Esta etapa ha tenido como referencia a los principales libros de mecánica de suelos, tales como Lambe y Witman, Terzhagui, las cuales nos muestran la forma de determinar estos parámetros como son el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente de una muestra de suelos. El ensayo ejecutado para la presente investigación fue el ensayo de corte directo.

1.3.2 Marco teórico Variable dependiente

Aseguramiento de Estructuras de Irrigación

(Suarez Díaz, 2009 vol.2) “efector de los taludes sobre las fundaciones” la ingeniería se había concentrado principalmente en el análisis y diseño de cimentaciones para edificaciones en áreas planas y es relativamente reciente la investigación sobre el comportamiento y diseño de cimentaciones cerca o sobre taludes. La diferencia fundamental de un cimiento en terreno plano y uno sobre un

talud o ladera es la falta de confinamiento lateral para un suelo de fundación en el caso de un talud. Esta falta de confinamiento puede generar, entre otros los siguientes problemas: presencia de esfuerzos de tensión en el suelo de cimentación y posibilidad de agrietamiento del suelo, la cimentación, la mampostería y la estructura. Disminución de la capacidad de soporte del suelo de cimentación debido a la presencia del talud. Efecto negativo de los esfuerzos sísmicos sobre la estabilidad de las cimentaciones, especialmente, su efecto sobre la capacidad de soporte. Variación de módulos de reacción del suelo a medida que la cimentación se acerca al talud, lo cual puede inducir asentamientos diferenciales. Falla general de los taludes al cortante, incluyendo la cimentación.

“Métodos y manejo y estabilización” el objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes o laderas, es diseñar medidas de prevención, control, remediación y/o estabilización para reducir los niveles de amenaza y riesgo. Se han desarrollado gran cantidad de técnicas probadas para el manejo de los taludes inestables o deslizamientos. Generalmente los beneficios más significativos desde el punto de vista de reducción de amenazas y riesgo, se obtienen con las medidas de prevención. Schuster y Kockelman (1996) proponen una serie de principios y metodologías para reducción de amenazas de deslizamiento, utilizando sistemas de prevención, los cuales requieren de políticas de Estado, la colaboración y toma de conciencia por parte de las comunidades. Sin embargo, no es posible la eliminación total de los problemas mediante métodos preventivos en todos los casos y se requiere establecer medidas de control o de remediación de los taludes susceptibles en los deslizamientos activos. La estabilización de los deslizamientos o potencialmente inestables, es un trabajo relativamente complejo que requiere de metodologías especializadas de diseño y construcción. Cada sistema tiene su base teórica y sus procedimientos constructivos. [...].

Efecto de los sismos sobre la capacidad de soporte” en los últimos años se han realizado gran cantidad de investigaciones acerca del efecto de las fuerzas sísmicas sobre la capacidad de soporte de cimientos (Sarm y Lossifellis, 1190; Budkhu y Al-Karni, 1993; Sarma y Chen, 1995; Kumar y Kumar, 2003; Richards y otros 1993; Dormieux y Pecker, 1995; Soubra, 1997; Zhu, 2000; Kumar y Rao,

2003; Kumar y Ghosh, 2006). La inclusión de la totalidad de las investigaciones realizadas es que los esfuerzos sísmicos disminuyen en forma substancial la capacidad de soporte de los cimientos sobre o cerca de taludes. Un impulso sísmico produce temporalmente un incremento en el esfuerzo cortante y al mismo tiempo decrece la resistencia al corte. La combinación de estos dos factores puede, de acuerdo a las condiciones específicas del talud y de la cimentación, disminuir la capacidad de soporte [...]. (p. 370)

“Asentamientos de cimientos” en un talud el bulbo de esfuerzos de las cargas inducidas por la cimentación sobre el suelo tiene una forma muy diferente a la de los cimientos en zonas planas. Como se observa existe una tendencia a que la concentración de esfuerzos se a mayor hacia la cara del talud. Los asentamientos elásticos relacionados con la presencia del talud pueden evaluarse teniendo en cuenta la variación del módulo de reacción o coeficiente de balasto del suelo en las áreas cercanas o sobre el talud. [...]. (p. 375)

(Rico Rodríguez, 2005 pág. 177) “[...] El moderno desarrollo de las actuales vías de comunicación, tales como canales, caminos, o ferrocarriles, así como el impulso que la construcción de presas de tierra ha recibido en todo el mundo en los últimos años y el desenvolvimiento de obras de protección contra la acción de ríos, por medio de bordos, etc., han puesto al diseño y construcción de taludes en un plano de importancia ingenieriles de primer orden tanto por el aspecto de inversión, como por el de consecuencias derivadas de su falla, los taludes constituyen hoy una de las estructuras ingenieriles que exigen mayor cuidado por parte del proyectista”.

(Suarez Díaz, 2009 pag. 130) “Factor de seguridad (FS), es el cociente de dividir Resistencia al cortante disponible entre Esfuerzo al cortante actuante.

$$FS = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}}$$

$$FS = \frac{\sum \text{Momentos Resistentes disponibles}}{\sum \text{Momentos actuantes}}$$

(Gerscovich, Denise 2015 pag. 95) en su texto “Estabilidad de taludes”, nos muestra la siguiente información:

Si $FS > 1$; obra estable

Si $FS = 1$; ocurre la falla del talud

Si $FS < 1$; no tiene significado físico

Donde FS es el factor de seguridad, después de haber calculado por uno o varios métodos de estabilidad.

1.3.2.1 Dimensiones de variable dependiente

1.3.2.1.1 Estabilidad de taludes en terreno natural

La estabilidad de taludes en terreno natural es cuando se analiza solo al talud en su forma natural sin inducir ningún tipo de agente externo, tal como el agua de lluvia, o sismo. Así mismo el factor de seguridad para este tipo de análisis siempre es mayor que la unidad. Tal como lo indica Suarez Díaz, la estabilidad ocurre si es que los momentos resistentes son mayores que los momentos actuantes.

1.3.2.1.2 Estabilidad de taludes en terreno saturado

La estabilidad de taludes en terreno saturado es cuando los vacíos del suelo están ocupados por agua y esto puede llegar a estar con agua en exceso temporalmente y se analiza bajo esas condiciones es lo que indica tal como lo indica Suarez Díaz y Gerscovich.

1.3.2.1.3 Coeficiente sísmico crítico

El coeficiente sísmico es la representación de sismo que hace que el factor de seguridad del análisis de estabilidad de taludes nos da como resultado la unidad, tal como lo indica Gerscovich.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general:

¿De qué manera el análisis sísmico-dinámico en talud contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación Sangallaya-Distrito de Sangallaya-Huarochirí-Lima 2016?

1.4.2 Problemas específicos:

¿Cómo influye análisis sísmico - dinámico en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación – Sangallaya - Región Lima 2016?

¿En qué medida incide el análisis sísmico - dinámico en la estabilidad de taludes en terreno saturado de las estructuras irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2016?

¿Cómo interviene en el análisis sísmico – dinámico en taludes el coeficiente sísmico de las estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí - Región Lima - Lima 2016?

1.5 Justificación del estudio

La presente investigación ayudara a las entidades comprometidas a desarrollar proyectos tales como canales, represas entre otros, tengan información accesible y confiable sobre el análisis sísmico-dinámico en taludes.

1.5.1 Justificación teórica

La presente investigación tomo como autores a Suarez Díaz, Gerscovich, Denise y para el tema de estabilidad de taludes en sus diferentes escenarios de análisis. La información sobre esta es muy importante dado su múltiples aplicaciones en los diversos proyectos u obras que contemplan taludes o laderas.

Así mismo, en la presente investigación se usó el libro de principios de ingeniería de cimentaciones (Braja, Das), para el tema de desarrollo de trabajos de campo desarrollar la parte de procedimientos de ensayo, ayudados con normas técnicas Peruanas, se ha seguido y compatibilizado los procesos de ensayo, para tener un mayor alcance.

1.5.2 Justificación social

El 29 de febrero del 2016 el Instituto Nacional de defensa civil (INDECI), declaro estado de emergencia al sector de Sangallaya Huarochirí, debido a los continuos deslizamientos que se venía ocasionando, generando con ello bloqueo de carreteras entre otros inconvenientes a la población. Entonces la investigación presentada tiene justificación local porque es preventiva.

1.5.2 Justificación económica

La presente investigación ayudara a reducir costos en mantenimiento, reparación y prevención de esta zona donde se desarrolló la presente investigación.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general:

Si hay análisis sísmico-dinámico en taludes entonces contribuirá aseguramiento a las estructuras de irrigación Sangallaya-Distrito de Sangallaya-Huarochirí-Lima 2016.

1.6.2 Hipótesis específicas:

El análisis sísmico - dinámico influye en la estabilidad de taludes de terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2016.

El análisis sísmico-dinámico incide en la estabilidad de taludes de terreno saturado de las estructuras de irrigación Sangallaya - Huarochirí - Región Lima 2016.

El análisis sísmico - dinámico interviene al coeficiente sísmico critico de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2016.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general:

Evaluar como el análisis sísmico-dinámico en taludes contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación Sangallaya-Distrito Sangallaya–Lima 2016.

1.7.2 Objetivos específicos:

Determinar Cómo el análisis sísmico - dinámico influye en la de taludes de terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí- Región Lima 2016

Evaluar como incide el análisis sísmico-dinámico en taludes de terreno saturado de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí- Región Lima 2016.

Evaluar como el análisis sísmico-dinámico interviene al coeficiente sísmico crítico de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2016.

II. MÉTODOLOGIA

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Método

Para la presente científico como el conjunto de procedimientos racional y sistémico encaminada a buscar la solución a un determinado problema con los cuales, se verificara o demostrara un conocimiento (Niño, 2011 pag. 26)

Para el proyecto de investigación el método que más satisface es el científico, porque da solución a un problema que es buscar el aseguramiento de las estructuras de irrigación.

2.1.2 Tipo

Investigación Aplicada, porque se hará uso metodologías de estabilidad y procedimiento de cálculos desde el punto de vista sísmico-dinámico. Para Maya (2014, p. 17), considera los siguientes tipos fundamentales de investigación: Básica, aplicada y tecnológica. La investigación aplicada, siendo la que se uso para la presente investigación.

2.1.3 Nivel

Para Valderrama (2013, p. 42-47) existe cinco niveles de investigación: Exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo y predictivo.

El nivel de la investigación es explicativo, dado que está dirigido a determinar las causas de sucesos y fenómenos físicos o sociales, su intención se concentra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables”.(Hernandez Sampieri, y otros, 2010)

2.2.3 Diseño

Según (Ávila B., 2006 pag. 69) los diseños pre-experimentales se analiza una sola variable y prácticamente no existe ningún tipo de control

GE X O

Donde:

GE: Grupo experimental

O : Medición del post test.

X : Manipulación de la Variable independiente

El diseño de la investigación es de tipo pre –experimental dado que se manipulan la variable independiente deliberadamente para demostrar que el analisis sísmico-dinámico contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación.

1.2.4 Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

DEFINICIÓN NOMINAL	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE ANÁLISIS SISMICO-DINAMICO EN TALUDES	<u>LITERATURA ESPECIALIZADA</u> SUAREZ DIAZ, Jaime (2009) "DEZLIZAMIENTOS-Análisis Geotécnico, Vol. 1" Los eventos sísmicos son capaces de inducir fuerzas externas de gran magnitud.	Análisis sísmico-dinámico en taludes, Trabajos de campo mediante calicatas, definición del perfil estratigráfico, toma de muestras representativas; ensayos estándares tales como granulométrico, de consistencia y ensayos especiales como el corte directo.	Trabajos de campo Ensayos estándares Ensayos especiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil estratigráfico. • Geometría del talud. • Clasificación de suelos. • Consistencia. • Humedad. • Angulo de fricción interna. • Cohesión aparente. • Conductividad hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calicata • Toma de muestras • Topografía del terreno. • Ensayo granulométrico • Ensayo límites • Ensayo de corte directo. • Ensayo de permeabilidad • Ensayo peso volumétrico.

<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p>	<p><u>LITERATURA ESPECIALIZADA</u> DAS M., Braja (2012) "Capacidad de Carga" Supone que el suelo soporta la carga de la estructura de cimentación y que se extiende hasta una gran profundidad bajo el fondo de la cimentación. También se supone que la superficie del terreno es horizontal. Sin embargo, eso no es cierto en todos los casos: es posible encontrar un estrato rígido a poca profundidad, o que el suelo puede estar estratificado y tener parámetros de resistencia diferentes</p>	<p>ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION, factor de seguridad en terreno natural mediante análisis de estabilidad de taludes en esa condición, factor de seguridad en terreno saturado mediante análisis de estabilidad en talud saturado, factor de seguridad por sismo, deformación de terreno, Factor de seguridad después del análisis de estabilidad de taludes, en forma estática y dinámica.</p>	<p>Estabilidad de talud en terreno natural.</p> <p>Estabilidad de talud en terreno saturado</p> <p>Coeficiente sísmico crítico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Factor de seguridad en terreno natural. • Factor de seguridad en terreno saturado • Factor de seguridad del terreno por sismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelamiento con el software slide. • Modelamiento con el software Slide. • Modelamiento con el software Slide.
<p>ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION</p>					

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Según Valderrama (2013, p. 182) la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

En la presente investigación de los taludes comprometidos donde se proyecta colocar la estructura de irrigación Sangallaya – Huarochirí - Lima 2016, las cuales comprende 13+280 km de canal.

Entre las estructuras proyectadas están: canal, rápidas, pase aéreo, cámaras rompe presión, entre otros.

2.3.2 Muestra

Para Valderrama (2013, p.188-193), el muestreo es la selección de una parte de la población y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, de este deberá ser representativa de la población.”

Determinación del tamaño de la muestra para poblaciones finitas.

En este caso se emplea la siguiente fórmula según (GARCIA MUÑOZ, Thomas 2005) “Etapas del Proceso Investigador: Población y Muestra”):

N= 3280 (Población m.)

Z= 1.96 (factor que está en función de la confianza)

P= 0.5 (cantidad de antecedente estimado %)

q= 0.5 (100-p)

E= 0.05 confianza (95%)

δ= 0.5

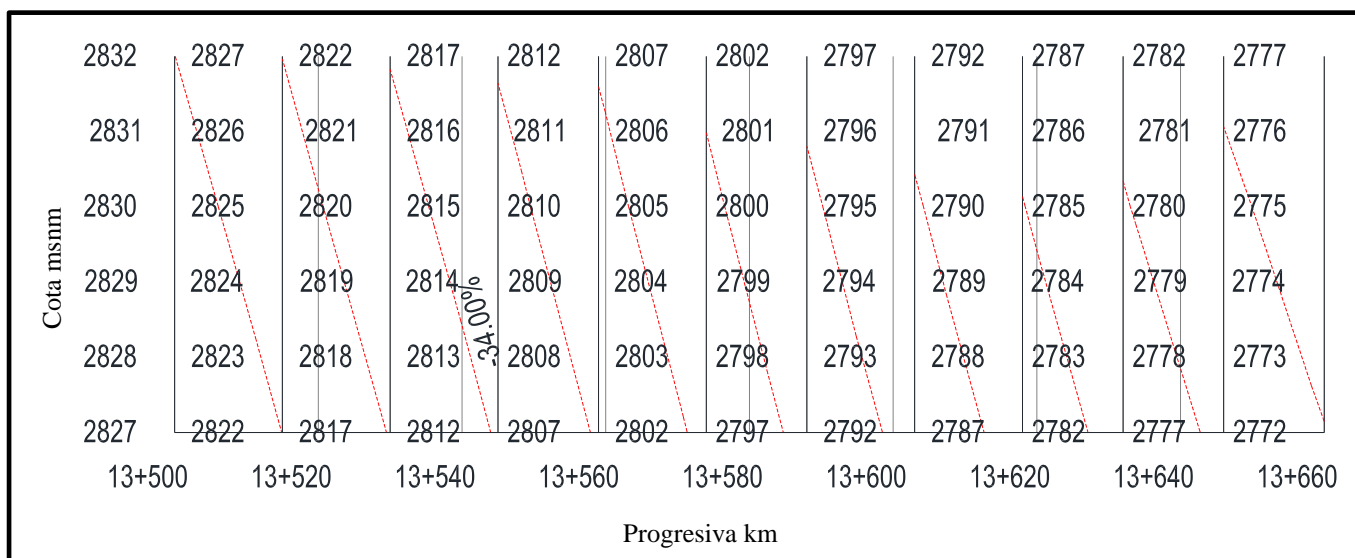
$$n = \frac{N Z^2 \sigma^2}{(N-1) E^2 + Z^2 \sigma^2}$$

Tabla 2 Población involucrada en la investigación

Progresiva			Cantidad de muestra
0	hasta	250	1
250	hasta	500	1
500	hasta	750	1
750	hasta	1000	1
1000	hasta	1250	1
1250	hasta	1500	1
1500	hasta	1750	1
1750	hasta	2000	1
2000	hasta	2250	1
2250	hasta	2500	1
2500	hasta	2750	1
2750	hasta	3000	1
3000	hasta	3280	1

Convenientemente por cuestión de economía y representatividad del estudio, un muestreo en un tramo donde la pendiente de terreno es mayor, siendo las rápidas unas estructuras donde la pendiente es relativamente fuerte y se sospecha que es inestable. El talud elegido para el análisis es la rápida que va desde la progresiva 13+500 km al 13+600 km, así mismo va desde la cota 2827 hasta la cota 2772. Con lo cual nuestro talud de estudio tendría la siguiente configuración:

Tabla 3 Datos de la topografía para elaborar la geometría del talud estudiado



2.3.3 Tipo de Muestreo

Según (Gómez, Marcelo M. 2006) en su texto “Metodología de la investigación científica” la presente investigación se utilizaría el muestreo no probabilístico, dado que el procedimiento no será mecánico ni en base a fórmulas de probabilidades.

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

2.4.1. Técnicas:


Según (Sistema de Bibliotecas PUCP, 2016 pág. 1) para llegar a un conocimiento, se necesita necesariamente una técnica que pueda definir como un medio o procedimiento utilizados para encontrar la información, tales como: entrevistas, encuestas, observaciones u otro medio.

Para la presente investigación se aplicara el análisis de información y observación de forma directa de los hechos.

2.4.2. Instrumento:

Para (Sampieri, 2015 pág. 189). El instrumento de medición son los recursos que utiliza el investigador para registrar efectivamente la información o datos sobre las variables que tiene en estudio. De no ser así, nuestra medición es ineficiente.

Tabla 4 Ficha de recopilacion de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										
FICHA DE RECOPIACION DE DATOS										
TITULO:	*ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION-DISTRITO DE SANGALLAYA-REGION LIMA 2017*									
AUTOR:	RONALD AVILA PAREJA									
FECHA:	MARZO 2017									
		Validador								
I.- INFORMACION GENERAL										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">TIPO DE OBRA</th> <th style="width: 33%;">DISTRITO</th> <th style="width: 33%;">PROVINCIA</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		TIPO DE OBRA	DISTRITO	PROVINCIA						
TIPO DE OBRA	DISTRITO	PROVINCIA								
II.- TRABAJOS DE CAMPO										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CALIACATAS</th> <th style="width: 50%;">TOPOGRAFIA DEL TERRENO</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </table>		CALIACATAS	TOPOGRAFIA DEL TERRENO							
CALIACATAS	TOPOGRAFIA DEL TERRENO									
III.- ENSAYOS ESTANDARES										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">GRANULOMETRIA</th> <th style="width: 25%;">LIMITE LIQUIDO</th> <th style="width: 25%;">LIMITE PLASTICO</th> <th style="width: 25%;">CONTENIDO DE HUMEDAD</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		GRANULOMETRIA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD					
GRANULOMETRIA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD							
IV.- ENSAYOS ESPECIALES										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">CORTE DIRECTO</th> <th style="width: 33%;">PESO VOLUMETRICO</th> <th style="width: 33%;">PERMEABILIDAD</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		CORTE DIRECTO	PESO VOLUMETRICO	PERMEABILIDAD						
CORTE DIRECTO	PESO VOLUMETRICO	PERMEABILIDAD								
V.- ESTABILIDAD DE TALUDES EN TERRENO NATURAL										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 100%;">FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO NATURAL</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>		FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO NATURAL								
FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO NATURAL										
VI.- ESTABILIDAD DE TALUDES EN TERRENO SATURADO										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 100%;">FACTOR DE SEGURIDAD EN TERRENO SATURADO</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>		FACTOR DE SEGURIDAD EN TERRENO SATURADO								
FACTOR DE SEGURIDAD EN TERRENO SATURADO										
VII.- COEFICIENTE SISMICO CRITICO										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 100%;">FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO POR SISMO</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>		FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO POR SISMO								
FACTOR DE SEGURIDAD DEL TERRENO POR SISMO										

2.4.3. Validez:

Para (Hernández, 1998 pág. 243). La validez consiste en evaluar si un instrumento sirve verdaderamente para evaluar las variables de estudio.

Según (Sampieri, 2010 pág. 209). Para poder evaluar a la variable de estudio, se tiene que tener en cuenta investigaciones pasadas que fueron evadas a cabo y medidas con la variable. Por consiguiente se podrá a plantear una serie de ítems que permiten medir nuestra variable y dimensiones de estudio.

Para la presente investigación la validación fue dada por medio de juicio de expertos, se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 5 Expertos (evaluadores) para la presente investigación

Expertos (evaluadores)	Grado	Especialidad	Colegiatura
1. WILLIAM FRISANCHO PEREZ	Ing.	Ing. Civil	127952
3. JORGE TEJADA SARA	Ing.	Ing. Civil	35453
3. SILVIO ROMAN CAMPANA	Ing.	Ing. Civil	53752

2.4.4. Confiabilidad:

Para (Sampieri, 2010 pág. 200). La confiabilidad del instrumento de medición hace referencia a la medida en que su aplicación produzca resultados con características semejantes si lo volvemos a aplicar.

Tabla 6 Cuadro resumen de validacion de expertos

C



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

	Validador 1	Validador 2	Validador 3
I.- INFORMACION GENERAL	1	1	1
II.- TRABAJOS DE CAMPO	1	1	1
III.- ENSAYOS ESTANDARES	1	1	1
IV.- ENSAYOS ESPCIALES	1	1	1
V.- ESTABILIDAD DE TALUDES EN TERRENO NATURAL	1	1	1
VI.- ESTABILIDAD DE TALUDES EN TERRENO SATURADO	1	1	1
VII.- COEFICIENTE SISMICO CRITICO	1	1	1
SUB TOTALES	1	1	1

TOTAL 1

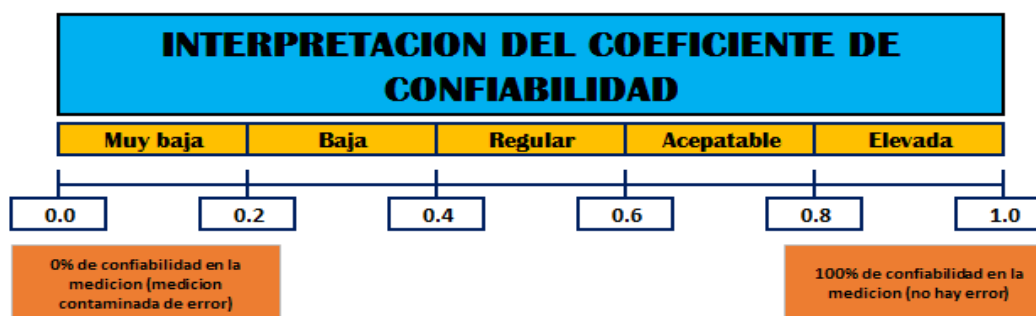
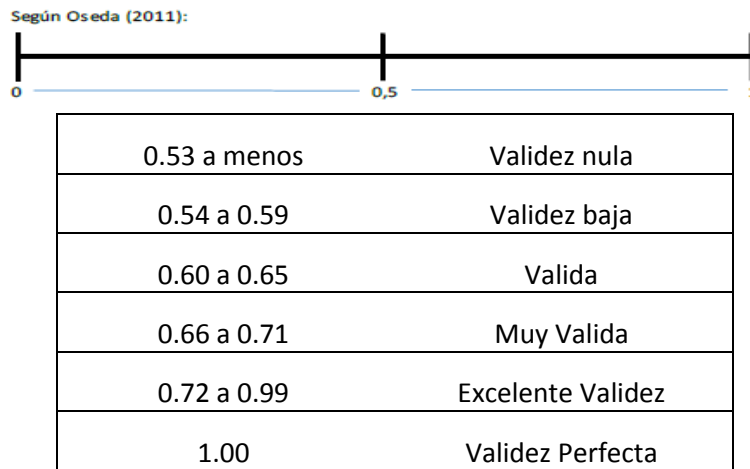


figura 3 Grafico de escala valorativa de evaluación de expertos

Tabla 7 Escala de interpretacion de validez



Fuente: (Oseda G., y otros, 2015 pág. 170)

2.5 Métodos de análisis de datos

Para probar la hipótesis se realizarán trabajos de campo tales como calicatas, toma de muestras representativas, ensayos de laboratorio determinando las propiedades físicas y mecánicas, levantamiento topográfico en el tramo que comprende la investigación. A su vez, con toda esta información obtenida se procederá a usar un software (Slide) para generar diferentes escenarios y condiciones al talud investigado.

En campo se ejecutará prospecciones a cielo abierto mediante calicatas, donde se hará el registro de los perfiles estratigráficos que conforma el talud en estudio.

Se ha ejecutado los siguientes ensayos de laboratorio:

- **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)**

Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de malla de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

- **Contenido de humedad natural (ASTM D 2216)**

Consistiendo este ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad de agua contenida en una cantidad dada de suelo en relación de su peso seco.

- **Límites de Atterbeg (ASTM D 4318)**

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40.

La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad. En Nuestro caso las muestras analizadas no presentan cohesión, no tienen plasticidad.

- **Densidad Natural o Peso Volumétrico (ASTM D 1556)**

Este ensayo se realiza para tomar la densidad INSITU de los suelos, más conocido como la relación masa sobre volumen aparente.

- **Ensayo Corte Directo (ASTM D 3080)**

Este ensayo se realiza para determinar el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente del suelo, para su ejecución es necesario instalar la muestra en el estado inalterado para suelos cohesivos, y remoldeado para suelos granulares.

2.6 Aspectos éticos

En esta investigación se respeta la veracidad de los datos vertidos, y la genuinidad de la información. Así como la oportuna citas y referencias a los autores de las diferentes citas, gráficos e información utilizada con los fines de esta investigación. Así mismo estos datos obtenidos serán descritos fiel y expresamente en la parte del análisis y discusión de los resultados.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio.

3.1.1 Ubicación

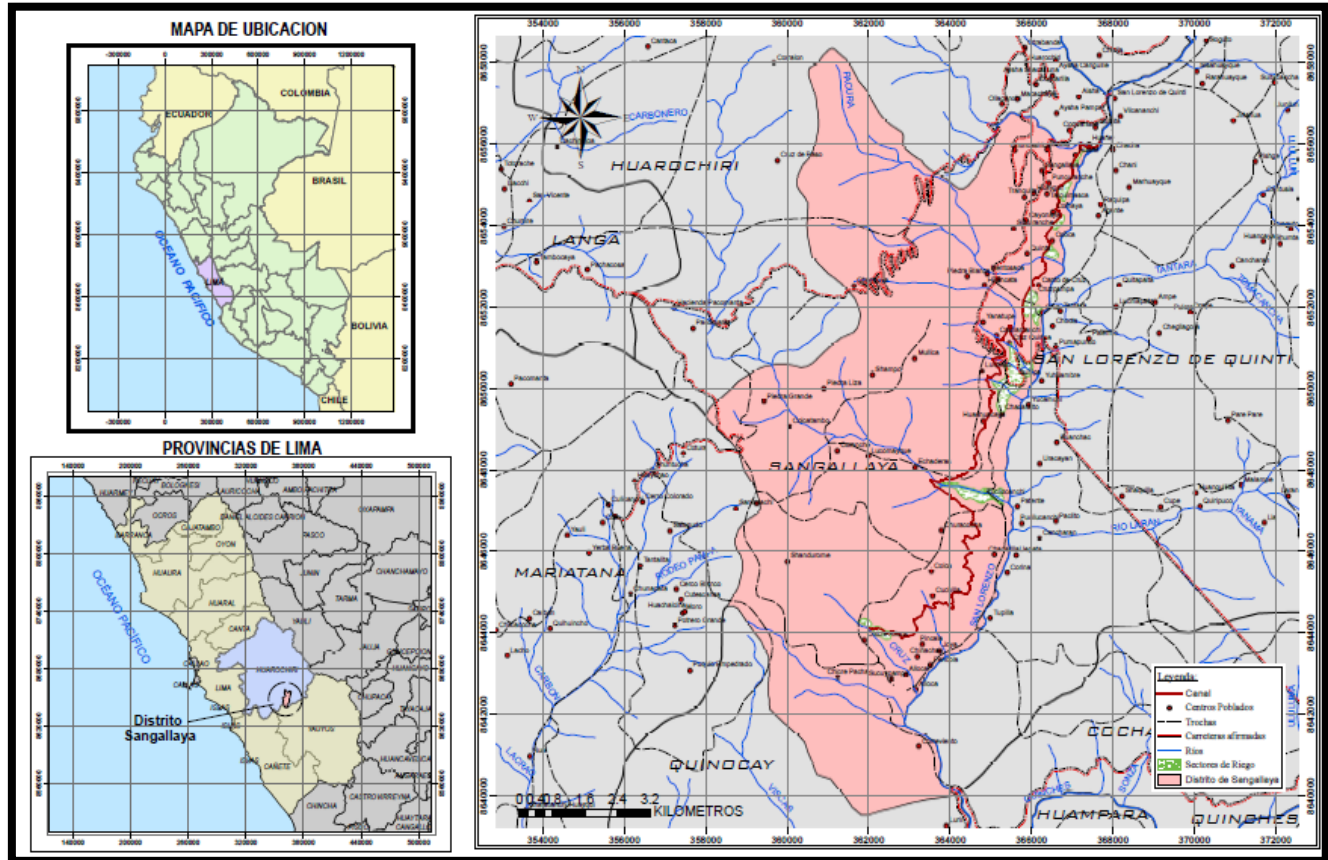


figura 4 Ubicación geográfica del Distrito de Sangallaya-Huarochiri-Lima

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Localización de la zona de investigación

	Ubicación
Departamento / región	Lima
Provincia	Huarochiri
Distrito	Sangallaya
Sectores	Suny, Talquimasky, Pacura y Yanatupe
Región geográfica	Costa() Sierra (x) Selva ()
Altitud	2415 a 2978 m.s.n.m.

Fuente: elaboración propia

3.1.2 Extensión y altitud

El pueblo de Sangallaya, se encuentra en el distrito de Sangallaya, provincia de Huarochirí, a una altitud de 2738 msnm. Cuenta con una extensión superficial de 81.92 km². Geográficamente tiene por Latitud: 12°09'392'' y longitud: 76°13'45''.

3.1.3 Limites

De acuerdo a su división política, el distrito de sangallaya limita con los siguientes distritos:

Limita por el norte con el distrito de Huarochirí; por el sur con el distrito de Quinocay; por el este con el distrito de San Lorenzo de Quinti; por el oeste con el distrito de Mariatana.

3.1.4 Acceso

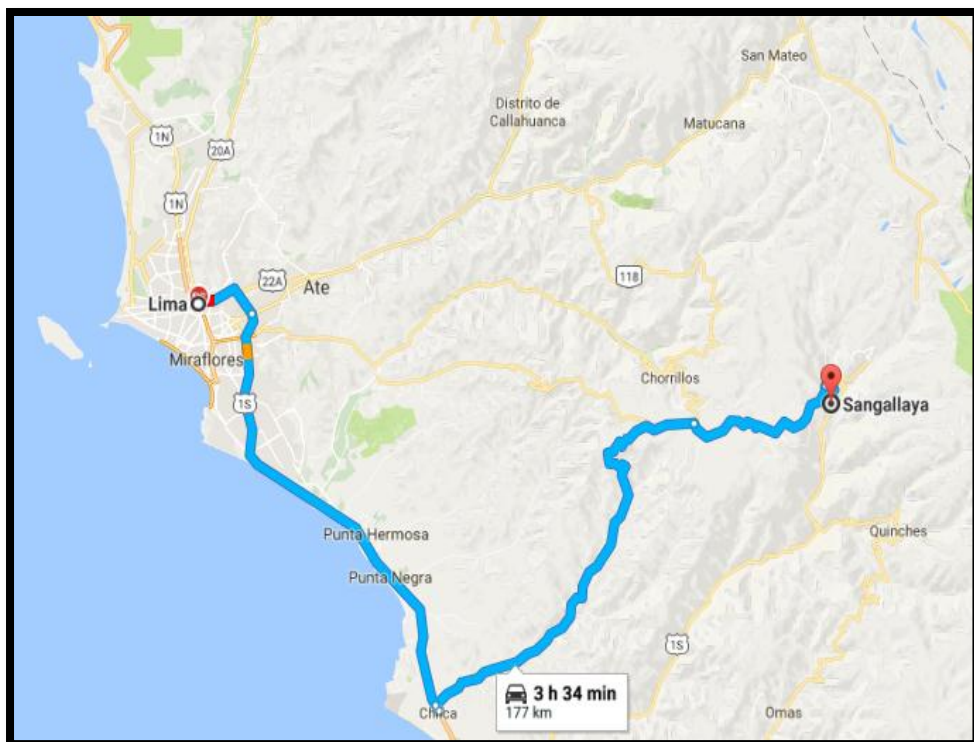


Figura 5 Mapa de recorrido de la Ciudad de Lima al Distrito de Sangallaya

Fuente: Google Maps

Tabla 9 Cuadro de distancias y tiempo para ruta I

Tramo	Distancia (Kms.)	Tiempo (hora:min)	Tipo de vía	Estado
Lima – Antioquia	55	02:30	Carretera asfaltada	Bueno
Antioquia – Sangallaya	67	03:00	Carretera afirmada	Regular
Sangallaya – Proyecto	16	01:00	Carretera afirmada	Regular
TOTAL (tramo terrestre)	138	06:30		

Fuente: elaboración propia

Tabla 10 Cuadro de distancias y tiempo para ruta II

Tramo	Distancia (Kms.)	Tiempo (hora:min)	Tipo de vía	Estado
Lima – Mala	98	01:30	Carretera asfaltada	Bueno
Mala – La Capilla	25	00:45	Carretera afirmada	Regular
La Capilla – Sangallaya	30	03:15	Carretera afirmada	Regular
TOTAL (tramo terrestre)	153	05:30		

Fuente: elaboración propia

3.2 Recopilación de Información

3.2.1 Geología de la zona

La información se basa en el Boletín N° 36 de la Carta Geológica Nacional: Geología de los cuadrángulos de Matucana y Huarochirí hoja 2k y hoja 25 k, elaborada por el instituto nacional geológico, minero y metalúrgico (INGEMMET).

3.2.2 Geomorfología

Comprende como unidades geomorfológicas: el flanco Occidental Andino, la Zona de Altiplanicies, Vestigios de la superficie puna, los valles y las zonas de altas cumbres.

3.2.2.1 Flanco Occidental Andino

El flanco occidental andino ocupa cerca del 40% del área mapeada, se caracteriza por una topografía abrupta con lineamientos de cumbres que limitan las cuencas de los valles profundos que descienden hacia la costa;

está limitado entre las estribaciones occidentales más bajas y el borde altiplánico, a una altitud que varía entre 800 y 4000 msnm.

3.2.2.2 Zona de Altiplanicies

En los cuadrángulos en estudio, la zona de altiplanicie está representada por área de relieve moderado con formas topográficas de tipo moderado glaciar y fluvio-glaciar, integrado por pampas, colinas, cadena de cerros suaves y concordantes, cuya altitud va ascendiendo progresivamente desde 4000 msnm hasta la divisoria continental.

3.2.2.3 Vestigios de la Superficie Puna

Los vestigios de la superficie Puna, en el área de estudio se caracteriza por altiplanicies y cadenas de cerros con cimas truncadas por la erosión y se extiende a través del altiplano, así como en la divisoria continental y el Flanco Occidental Andino.

3.2.3 Litoestratigrafía-Estratigrafía

3.2.3.1 Grupo Rímac

Con este nombre se ha cartografiado a un conjunto de unidades de rocas volcánicas y sedimentarias constituidos por andesitas, flujos de brechas, andesitas tufáceas o tufos andesíticos con ocasiones intercaladas de arenisca tufáceas.

3.2.3.2 Depósitos Cuaternarios Q

Se encuentra conformado por:

- **Depósitos Glaciares (Q-g)**, conformados por depósitos morrenicos antiguos.
- **Depósitos Fluvio-glaciares (Q-fg)**, conformados por materiales acarreados por los ríos de ambas vertientes de la zona andina en estudio.
- **Depósitos de Deslizamiento (D-d)**, corresponden a pequeños fenómenos geodinámicas reconocidos en las laderas de algunos valles

3.2.4 Geología Estructural

Esta zona corresponde a la columna estratigráfica de la cuenca mesozoica (facies occidental) y a la columna volcánica sedimentaria del terciario, plegadas en diversas fases del ciclo tectónico andino.

3.2.5 Geodinámica Externa

Los fenómenos de geodinámica externa en general y dentro de la zona de estudio son muy escasos, ubicándose posibles sectores inestables en sitios escarpados, donde afloran rocas volcánicas con disyunción columna, con sistemas de fracturas verticales de grado moderado y por efecto de los fuertes precipitaciones, movimientos sísmicos, cambios de temperatura, que dan lugar a caídas de bloques u otros fenómenos de inestabilidad de taludes, los que actualmente no son predecibles y es lo que motivo a la presente investigación.

3.2.6 Aspectos Sísmicos

En el cuadro adjunto se muestra la cantidad de sismos a nivel nacional ocurridos en el periodo de 2001 al 2010

Tabla 11 Cuadro de Sismos con mayor o igual magnitud a 4.5 grados en escala Richter

DEPARTAMENTOS	TOTAL SISMOS ≥ 4,5 E.R.	AÑOS									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL NACIONAL	431	53	39	36	34	49	36	69	26	40	49
AMAZONAS	9				1	1	1	3			3
ANCASH	15	1	3			4	2	1	1	1	2
APURÍMAC	5	3				1					1
AREQUIPA	86	24	14	3	10	2	5	8	5	7	8
AYACUCHO	5					2				1	2
CAJAMARCA	1					1					
CALLAO	11		2	4		1	2				2
CUSCO	2						1	1			
HUANCAVELICA	7			2		1	1	1			2
HUANUCO	85	3	2	5	7	8	5	29	4	14	8
ICA	10	1	1	2	1	1	1	1	2		
JUNIN	11	2	1	1		2	1		2	1	1
LA LIBERTAD	11		1	2	1		1	4	1		1
LAMBAYEQUE	35	1	4	7	4	4	3	5	4	1	2
LIMA	2										2
LORETO	1										1
MADRE DE DIOS	26	9	2	4		4	3	1		1	2
MOQUEGUA	2						2				
PASCO	25	1	3		3	4	2	4	1	6	1
PIURA	2					1					1
PUNO	8	1	2		1	1	1	1			1
SAN MARTÍN	43	3	3	3	5	6	4	7	3	6	3
TACNA	6			1		3		1			1
TUMBES	23	4	1	2	1	2	1	2	3	2	5
UCAYALI	5			1		1			1	1	

Fuente: Instituto nacional de defensa civil (INDECI)

La placa continental crece de la cadena meso-oceánica del atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm por año y se encuentra con la placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa sudamericana del pacífico; por otro lado la placa de Nazca crece de la cadena Meso oceánica del Pacífico Oriental y avanzando hacia el este con una velocidad aproximadamente de 5 a 10 m por año, subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cm por año (Berrocal et al, 1975). Así mismo los esfuerzos generados entre las dos placas y sobre todo en la zona de subducción, originan una intensa actividad sísmica.

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E- 030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por el Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado (1984), el cual se basa en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de zona de Alta Sismicidad (Zona 3), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E - 30 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, los siguientes parámetros:

Factor de Zona : $Z_3 = 0.35$

Factor de Amplificación del suelo :

S1 = 1.00 (Roca o suelos muy rígidos)

S2=1.15 (Suelos intermedios)

Período que define la plataforma de espectros :

Para S1 se tiene $T_p = 0.4$

$T_L = 2.5$

Para S2 se tiene $T_p = 0.6$

$T_L = 2.0$

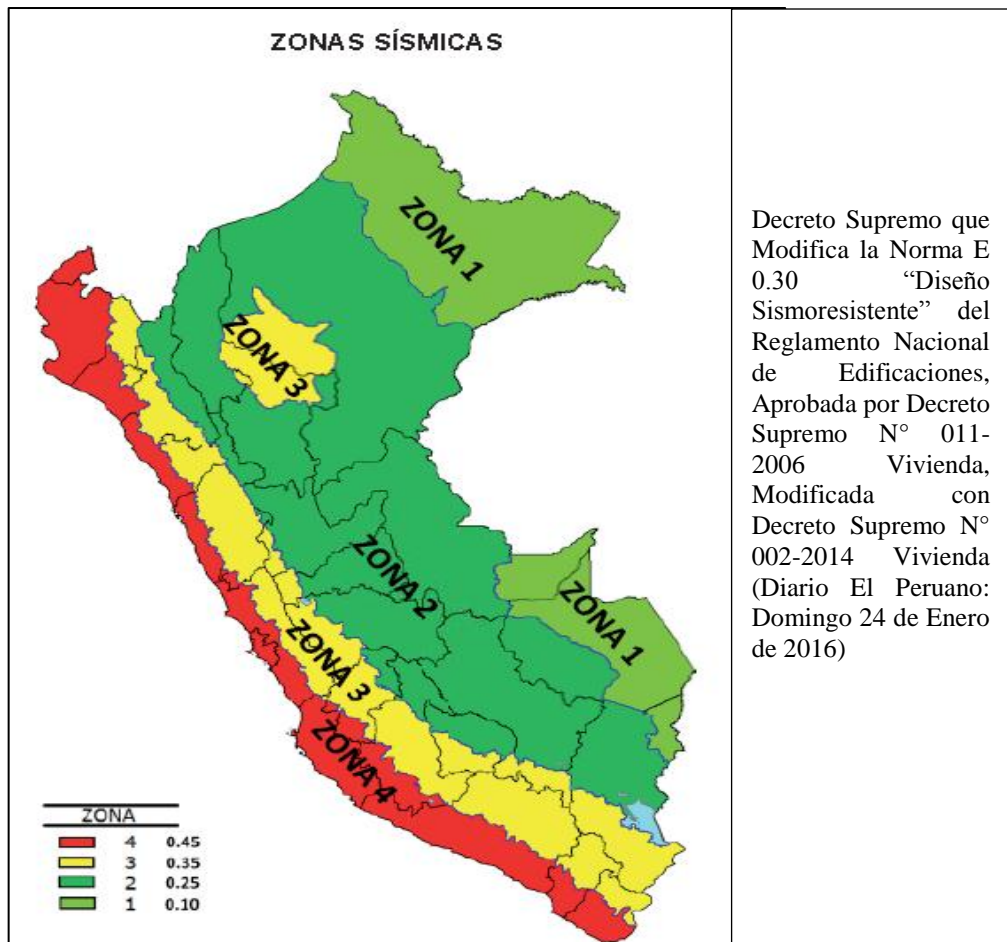


figura 6 Mapa de intensidades sísmicas en el Perú

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinara mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z_x V_x C}{R_d} x P$$

Dónde:

Z = Factor de Zona: 0.35 (de acuerdo a la Nueva Norma E-030/2016)

U = Factor de Uso: 1.15

S = Factor de Suelo: 1.00

C = Coeficiente Sísmico: 2.5

Rd = Factor Ductilidad o coeficiente de reducción del terreno:
6

P = Peso de la Estructura

$$V = \frac{0.35 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.00}{6} \times P$$

$$V = \frac{1.3125}{6} \times P$$

$$V = 0.21875 \times P$$

3.2.7 Trabajos de campo.

Los trabajos de campo consistieron en prospección a cielo abierto mediante calicatas, los cuales se hicieron registrando cuidadosamente la conformación de la estratigrafía del terreno de fundación comprendiendo las muestras como se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 12 Cuadro: Calicatas y su progresiva

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)
C-1	13+500	MAB-1	1.20
C-2	13+580	MAB-1	1.50
C-3	13+660	MAB-1	1.40

Fuente: elaboración propia

De la prospección a cielo abierto (calicatas), se encontró el siguiente perfil estratigráfico:

Calicata C-1:

0.00-0.15 m. suelo orgánico con restos de vegetación (pastos naturales y raíces) entre mezclado con arena limosa con grava.

0.15 a 1.20 m. arena limosa con grava, ligeramente húmeda, medianamente denso, color marrón claro.

De 1.20 m. a más se observa arena limosa con grava.



Figura 7 Excavación toma de muestra representativa de la calicata C-1

Calicata C-2:

0.00-0.15 m. suelo orgánico con restos de vegetación (pastos naturales y raíces) entre mezclado con arena limosa con grava.

0.15 a 1.50 m. arena limosa con grava, ligeramente húmeda, medianamente denso, color marrón claro.

De 1.50 m. a más se observa arena limosa con grava.



Figura 8 Excavación toma de muestra representativa de la calicata C-2

Calicata C-3:

0.00-0.15 m. suelo orgánico con restos de vegetación (pastos naturales y raíces) entre mezclado con arena limosa con grava.

0.15 a 1.40 m. arena limosa con grava, ligeramente húmeda, medianamente denso, color marrón claro.

De 1.40 m. a más se observa arena limosa con grava.



Figura 9 Excavacion toma de muestra representativa de la calicata C-3

3.2.2 Ensayos de laboratorio

A las muestras representativas se ejecutaron ensayos físico mecánico, los cuales consistieron en ensayos estándar (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad), así como ensayos especiales (corte directo) los cuales se muestran un resumen de los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 13 Cuadro: Resumen de resultados de laboratorio

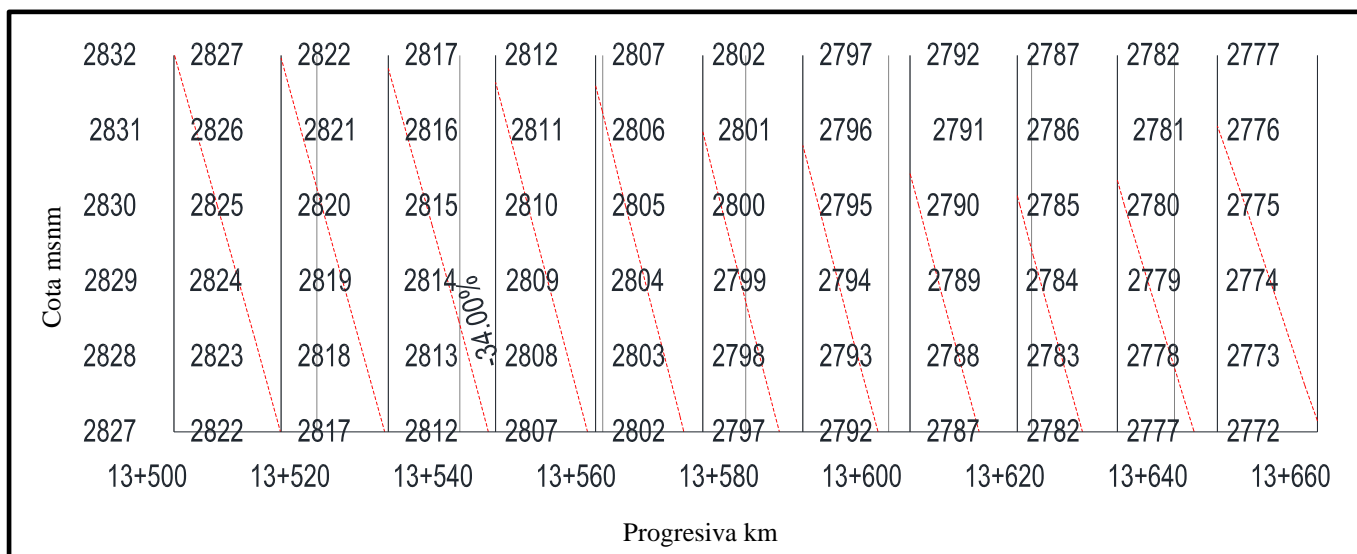
Calicata	Progresiva (km)	Muestra	profundidad (m)	Clasificación SUCS	Humedad natural (%)	Densidad natural	Angulo de fricción interna (°)	Cohesión aparente (kg/cm ²)
C-1	13+500	MAB-1	1.20	SM con grava	3.98	1.94	24.8	0.06
C-2	13+580	MAB-1	1.50	SM con grava	4.12	1.88	26.3	0.04
C-3	13+660	MAB-1	1.40	SM con grava	3.92	1.92	28.2	0.06

Fuente: elaboración propia

3.2.3 Aplicación de los métodos de análisis.

Para hacer un análisis de estabilidad de taludes se utilizó el software Slide, el cual nos hace un análisis considerando el equilibrio límite; es decir va a determinar la zona más crítica y nos dará como resultado un valor de factor de seguridad. Este factor de seguridad deberá ser mayor a 1.5 para este tipo de proyectos hidráulicos.

Tabla 14 Datos de la Topografía para obtener la geometra trabajada o de analisis

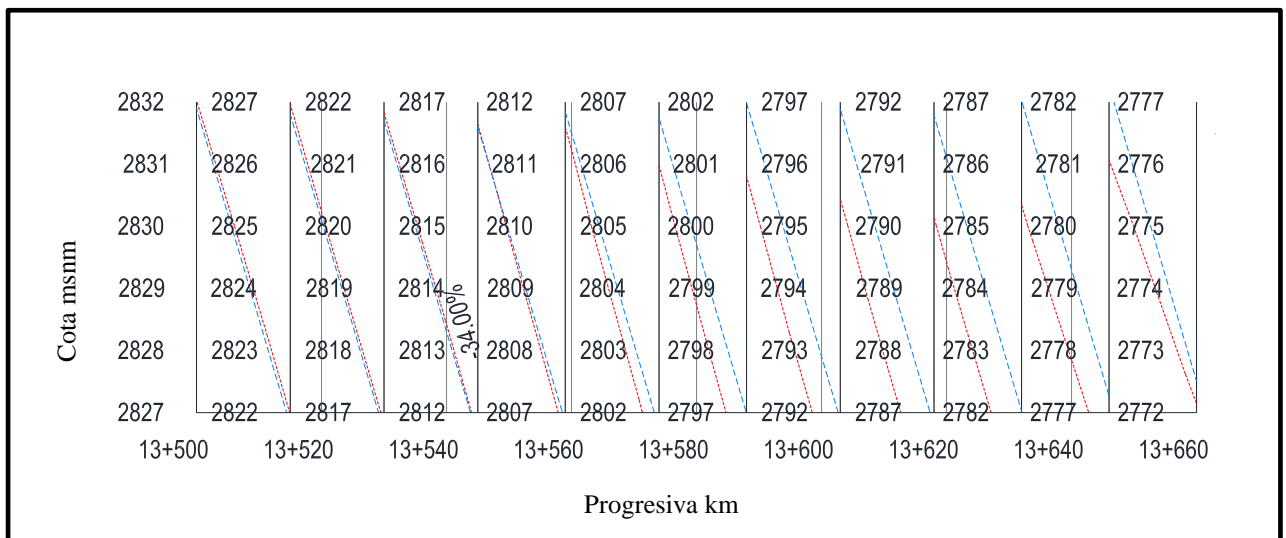


A partir de la progresiva 13+500 hasta 13+660 se ha generado el talud correspondiente para ese tramo, donde se proyecta colocar una rápida como estructura, así mismo en Autocad se guarda en archivo con extensión DXF, el cual servirá para poder llevar al programa Slide con el cual haremos nuestro modelamiento.

El diseño hidráulico tiene las siguientes características en el diseño:

- La Línea de color azul es la posición de canal donde que se pretende trabajar sobre el talud.
- Hay que hacer el modelamiento de estabilidad de taludes por sismo y por agua para tener la seguridad de que la estructura proyectada este en un talud estable.

Tabla 15 Grafico: Características de terreno y trazo diseño hidráulico



Fuente: Municipalidad distrital de sangallaya-Huarochiri

Tabla 16 Cuadro: Datos de la estructura estudiada (rapida)

Progresiva inicio	Progresiva Final	Tipo	Caudal (m3/h)	Caudal Acum. (l/s)	Diámetro interno (mm.)	Diámetro Externo (mm.)	Longitud (m.)	Longitud Acum. (m.)
13+540	13+663	Canal-Rápida	0.31	310	380.4	400	123	123

Perdida HF (m.c.a.)	Perdida Acum. (m.c.a.)	Perdida Acum. (PSI)	Velocidad Critica (mps)	Observ.	Presion Residual
1.57	1.57	1.57	2.73	OK	40.73

Fuente: Municipalidad distrital de sangallaya-Huarochiri

Se procede a conformar el talud con las dimensiones extraídas del archivo CAD, quedando la siguiente configuración:

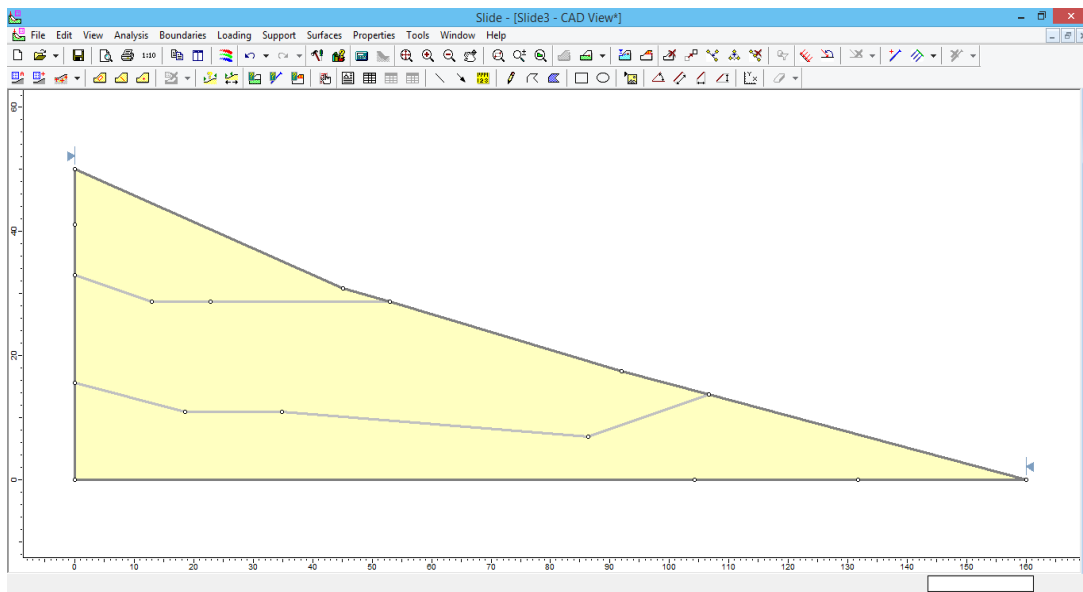


Figura 10 Conformacion de nuestro talud en estudio

Fuente: elaboración propia

Se muestra la asignación de cada material, tales como nombre, densidad, cohesión, ángulo de fricción interna, tal como se observa en las siguientes imágenes:

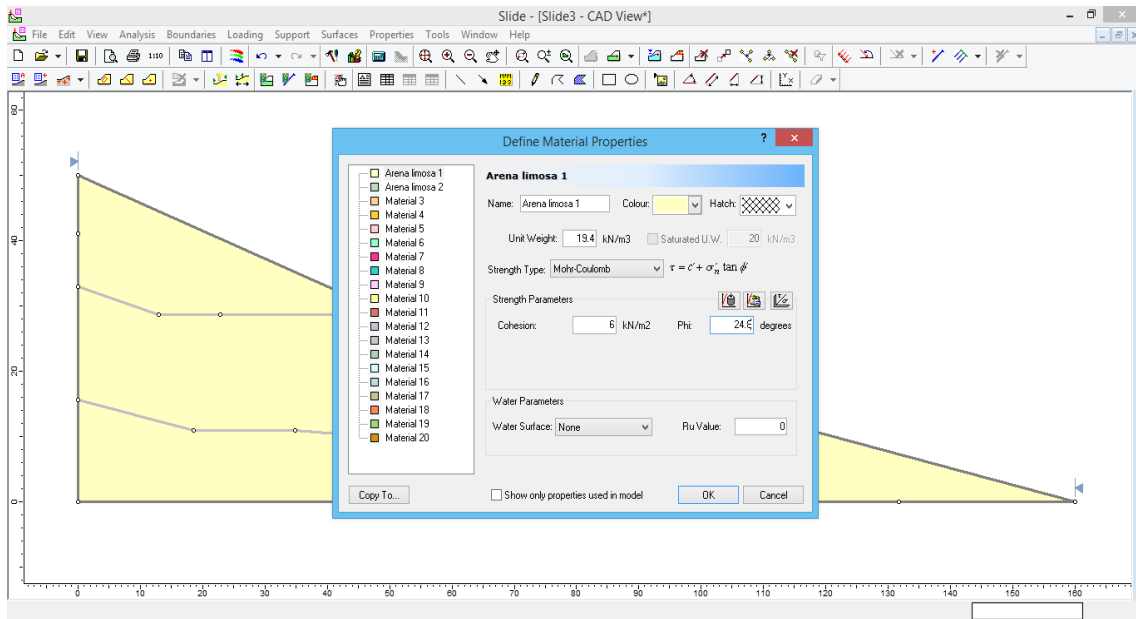


Figura 11 Asignación de propiedades de material 1

Fuente elaboración propia

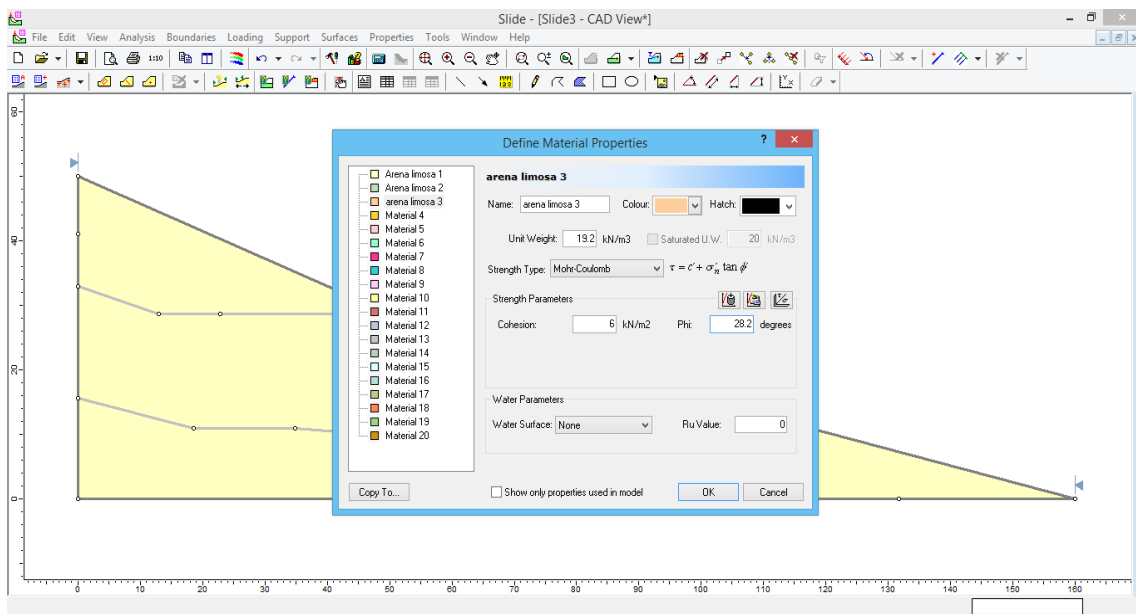


Figura 12 Asignación de propiedades de material 2

Fuente elaboración propia

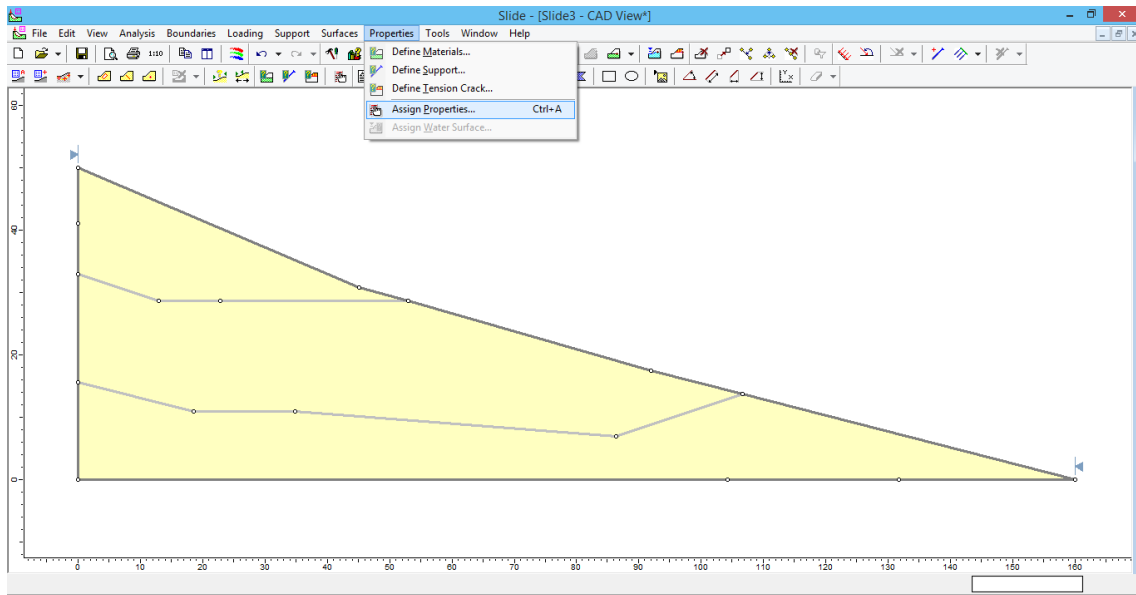


figura 13 Asignacion de las propiedades del material 3

Fuente: elaboración propia

Después de asignado los materiales, se asocian las propiedades a la zona que le corresponde, tal como se observa en las imágenes:

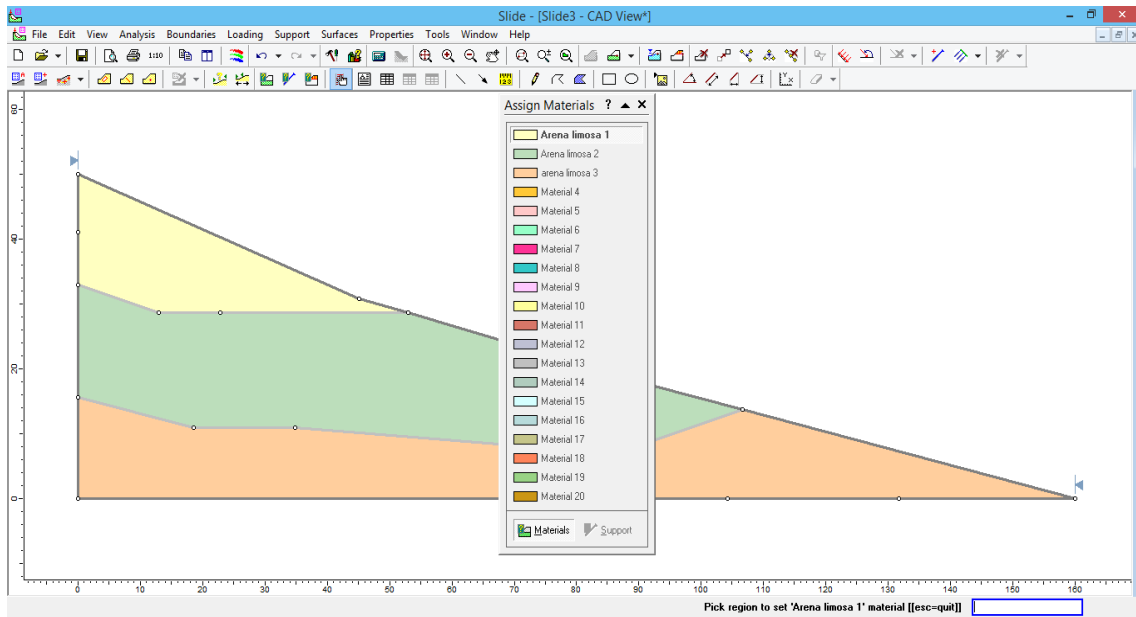


figura 14 Asociacion de propiedades de material a diferentes zonas del talud

Fuente: elaboración propia

Luego se le procede a asignarle el tipo de falla y la orientacion de esta, el cual nos dara un resultado mas objetivo de la realidad, tal como se muestra en la imagen:

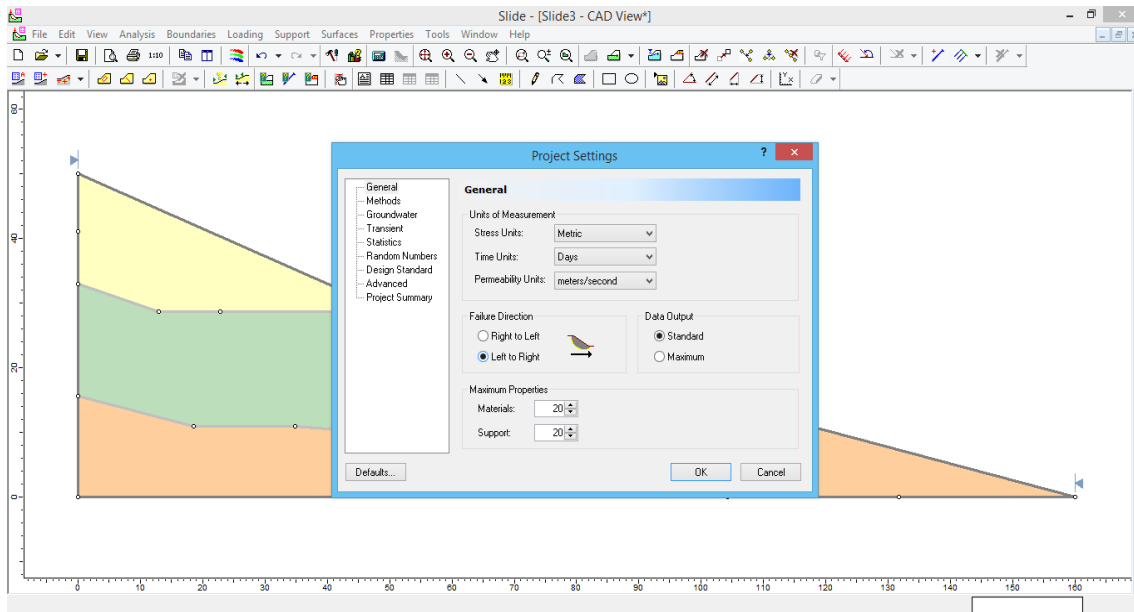


Figura 15 Propiedades de falla al talud de estudio

Fuente: elaboración propia

También se le asigna los métodos con los que se quiere analizar el procedimiento de estabilidad de talud, tales como método Bishop, Spencer, Cuerpo de ingenieros, Morgenster, entre otros, tal como se muestra en la imagen:

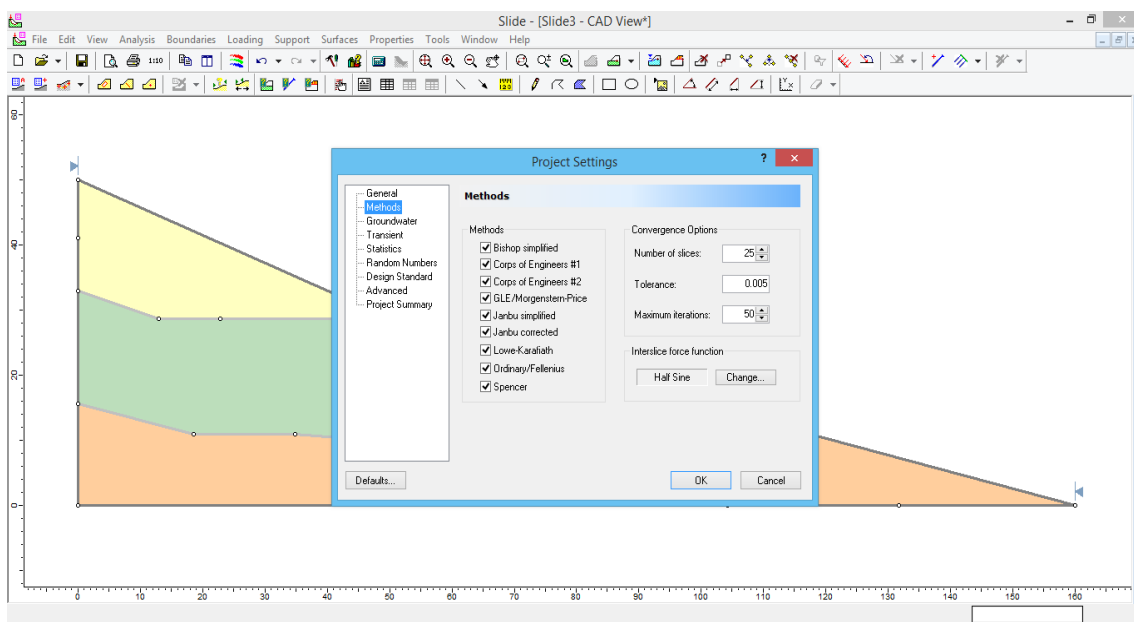


Figura 16 Asignacion de metodos de analisis de estabilidad de taludes

Fuente: elaboración propia

Aplicamos procesar en el programa, y procede a analizar con todas las condiciones, métodos y parámetros asignados:

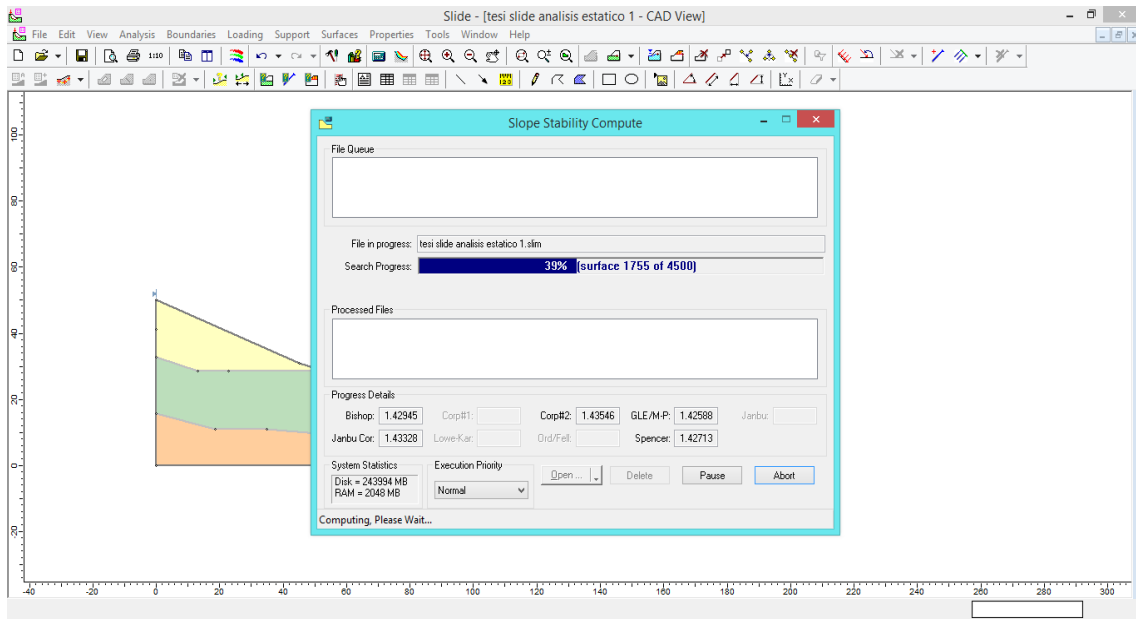


Figura 17 Procesamiento del analisis de estabilidad

Fuente: elaboración propia

Después de procesado se analiza los resultados de la estabilidad de taludes, tal como se muestra en las imágenes:

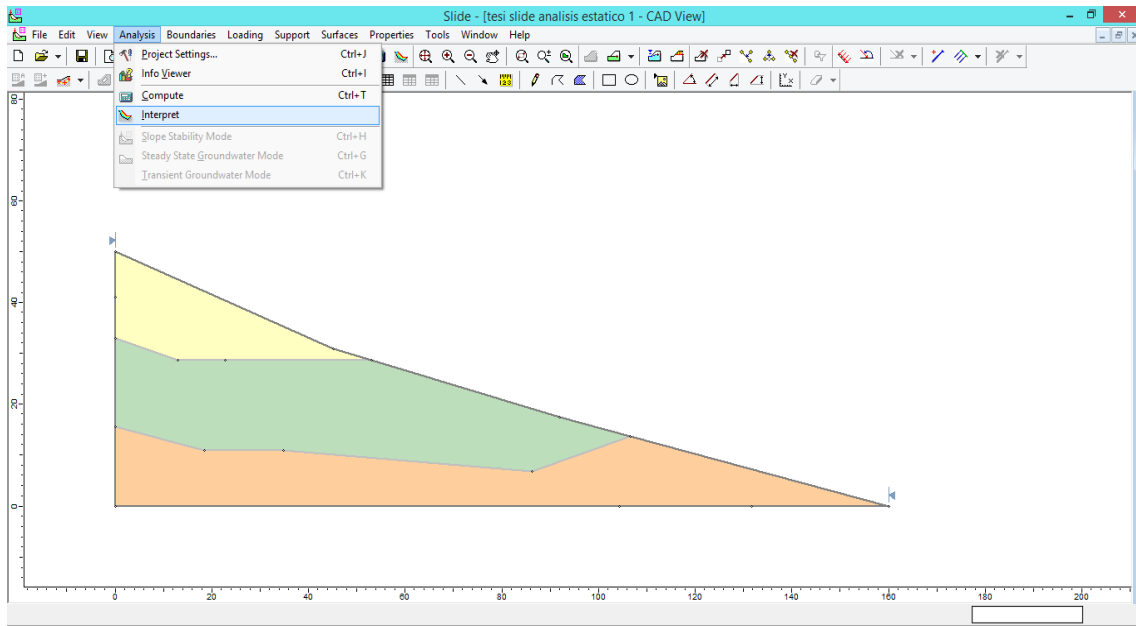


Figura 18 Procedimiento para visualizar e interpretar los cálculos

Fuente: Elaboracion propia

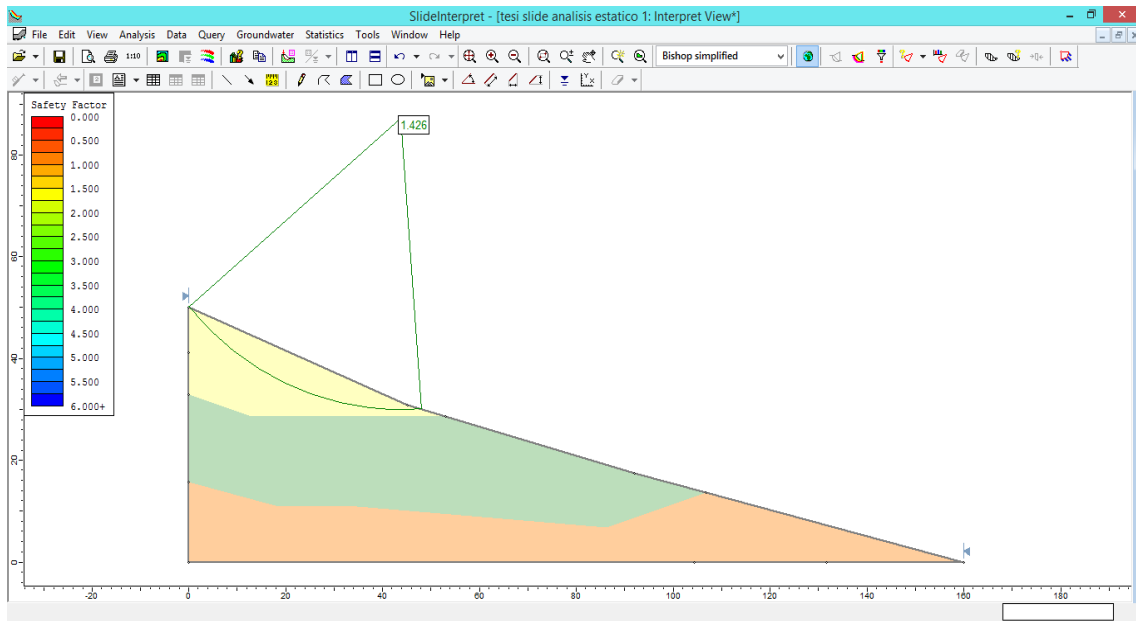


Figura 19 Calculo de estabilidad de talud y factor de seguridad minimo

Fuente: elaboración propia.

En la pantalla de análisis nos muestra que el factor de seguridad para el tramo más crítico es de $FS=1.426$, es mayor a 1 y cercano a 1.5 para considerarlo estable.

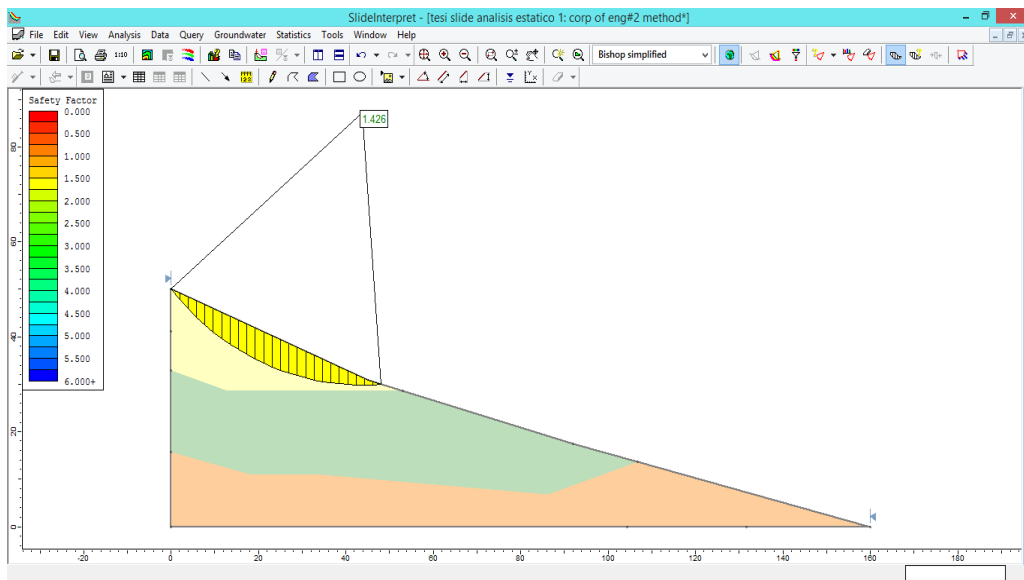


Figura 20 Representación de resultado del análisis de estabilidad

Fuente: elaboración propia.

Ahora analizaremos el mismo talud aumentándole un sismo vertical de 0.20 y observamos que el factor de seguridad refleja una disminución cercano $FS=0.909$, pero finalmente para ese tramo es inestable susceptible a deslizamiento. Tal como se observa en el siguiente gráfico:

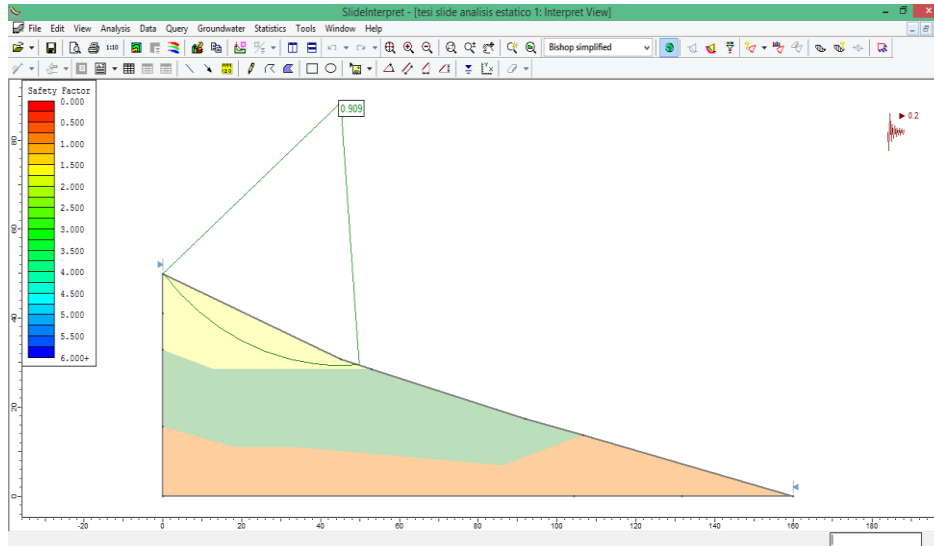


Figura 21 Factor de seguridad para un sismo de 0.20

Fuente: elaboración propia

Así mismo analizaremos el mismo talud aumentándole un sismo vertical de 0.15 y observamos que el factor de seguridad refleja una disminución cercano $FS=1.003$, cercano al límite de deslizamiento. Tal como se observa en el siguiente gráfico:

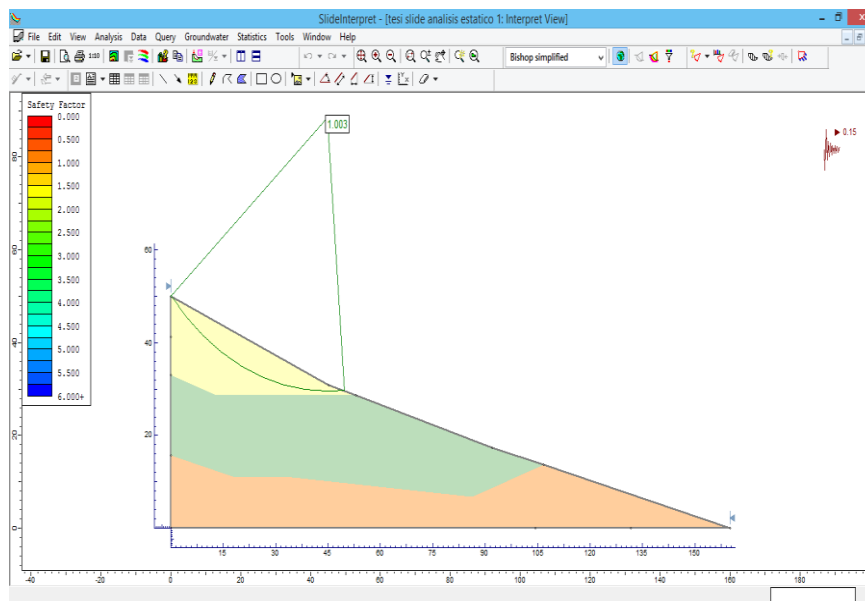


Figura 22 Factor de seguridad para un sismo de 0.15

Fuente: elaboración propia

También analizaremos el mismo talud aumentándole un sismo vertical de 0.10 y observamos que el factor de seguridad refleja una disminución cercano $FS=1.118$, cercano al límite de deslizamiento. Tal como se observa en el siguiente gráfico:

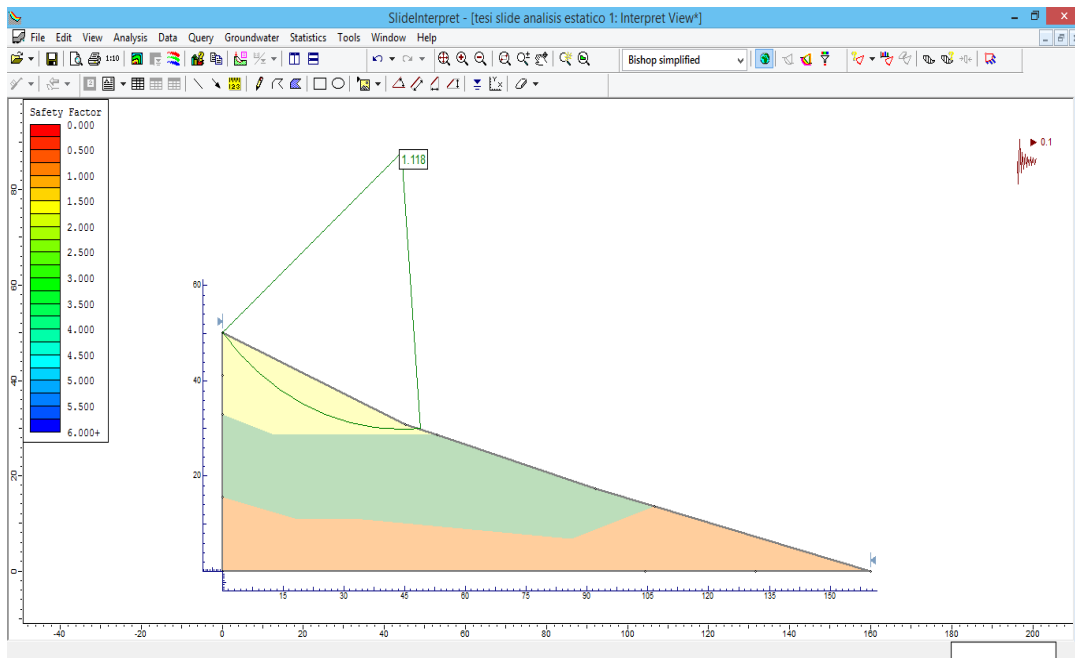


Figura 23 Factor de seguridad para un sismo de 0.10

Fuente: elaboración propia

Con los análisis por sismo (análisis pseudo-estático) de tres escenarios, podemos elaborar un Gráfico y hacer tendencia, para encontrar cual sería el coeficiente sísmico crítico ($FS=1$), el cual volvería inestable a talud. Se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 17 Cuadro: Coeficiente sísmico y factor de seguridad

Coeficiente Sísmico	Factor de Seguridad
0.10	1.426
0.15	1.118
0.20	0.998

Fuente elaboración propia

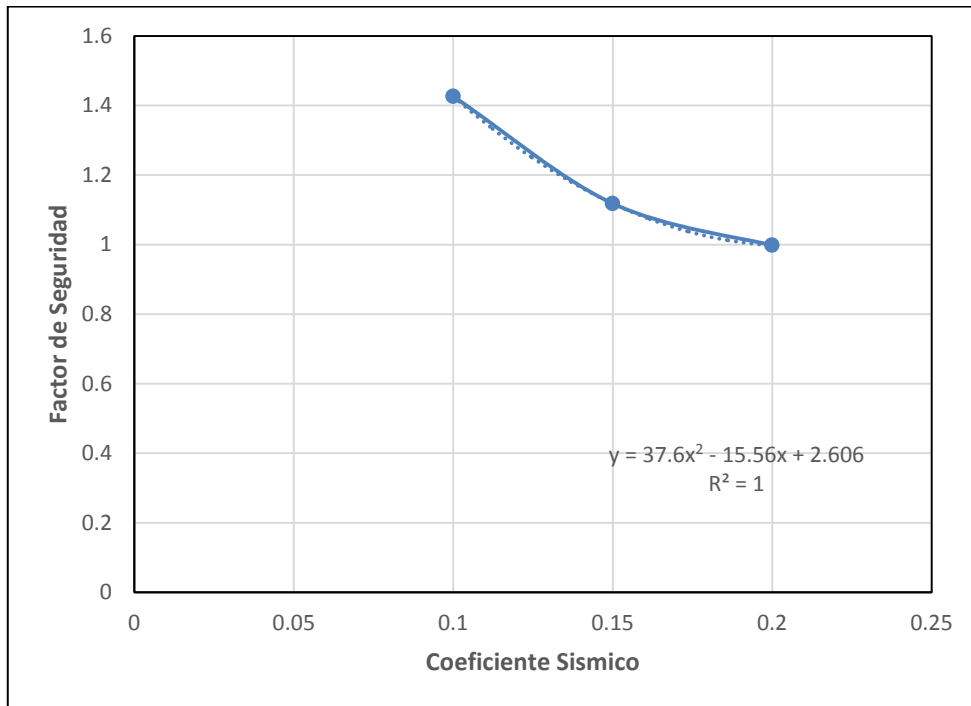


Figura 24 Gráfico: Coeficiente sísmico versus factor de seguridad

Fuente: Elaboración propia

Con la ecuación de la curva $y = 37x^2 - 15.56x + 2.606$, para un coeficiente de correlación igual a $R=1$, calculamos cual es valor del coeficiente sísmico para un factor de seguridad $F=1$.

Para ello invertimos nuestro Gráfico donde el actor de seguridad este en el eje de la abscisa y el coeficiente sísmico en el eje de la ordenada. Ta como se muestra en el siguiente Gráfico:

Tabla 18 Cuadro:Resumen de Factor de seguridad y coeficiente sísmico

Factor de Seguridad	Coeficiente Sísmico
1.426	0.1
1.118	0.15
0.998	0.2

Fuente: elaboración propia

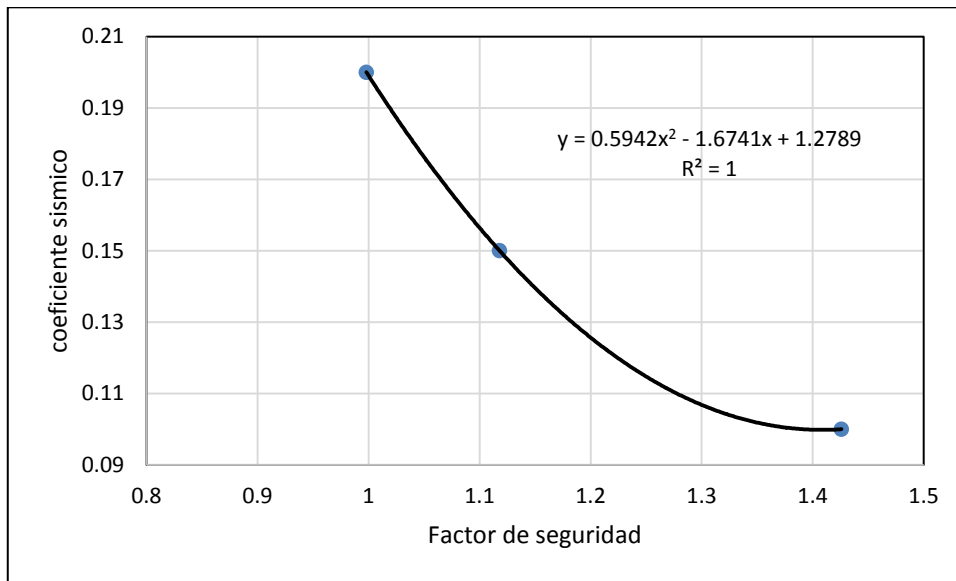


Figura 25 Grafico: Ecuacion del coeficiente sísmico calculado

Fuente: Elaboracion propia

Con este Grafico y la ecuación de la curva $y=0.594x^2-1.6741x+1.2789$, nos dará cual es el coeficiente sísmico crítico, el cual se calcula para un factor de seguridad de $F=1$. Tal como se muestra:

$$y=0.5942 (1)^2-1.6741 (1)+1.2789$$

$$y=0.1988$$

Por lo tanto: El coeficiente sísmico crítico es de 0.199

Ahora analizaremos el mismo talud pero con condición de agua hasta la superficie, generando un escenario de época de precipitación pluvial y con escorrentía superficial, por lo que vemos que el factor de seguridad para un análisis estático se ve disminuida $FS= 0.722$, y para esas condiciones el talud también sería inestable pudiendo deslizarse.

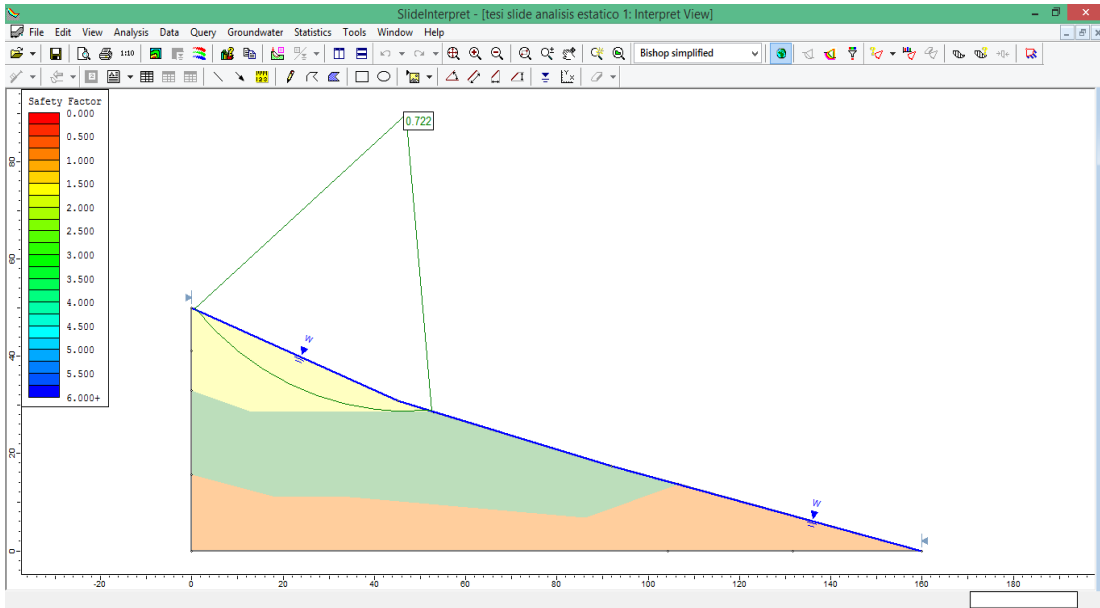


Figura 26 Grafico: Analisis de estabilidad de talud con agua hasta la superficie

Fuente: elaboración propia

Si el talud esta con agua hasta la superficie y le añadimos un sismo de 0.20, el talud es aún más inestable, llegando su factor de seguridad hasta 0.437, el cual es susceptible a deslizamiento bajo esas condiciones, tal como se muestra en el gráfico:

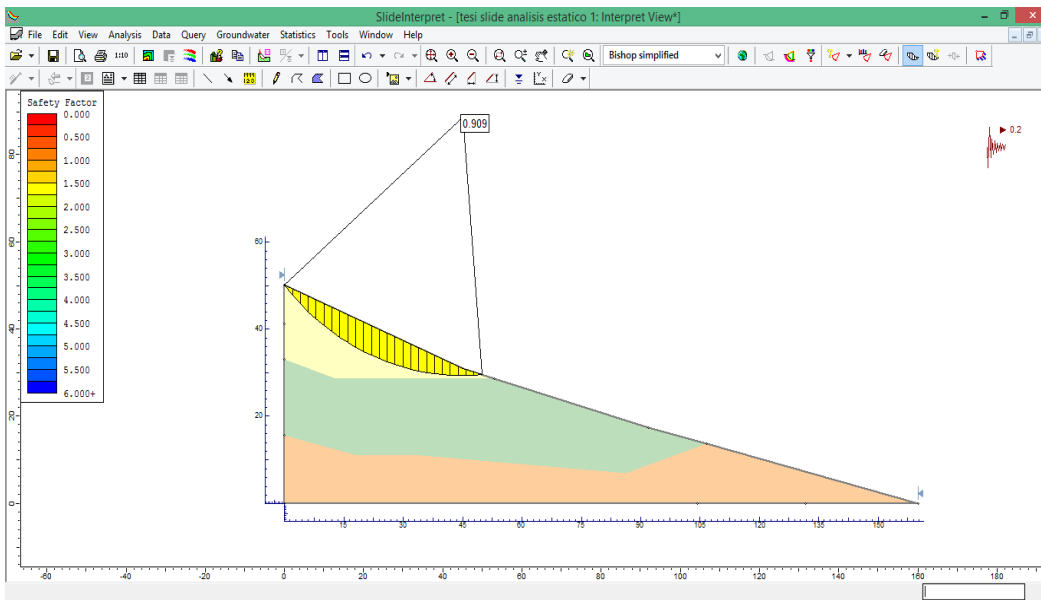


Figura 27 Grafico: Talud con agua hasta la superficie y un evento sismico

Fuente: elaboración propia

IV. DISCUCIONES DE RESULTADOS

1. El análisis sísmico-dinámico en taludes es de suma importancia y un tema indispensable para proyectos de irrigación, así mismo desde que el instituto de defensa civil (INDECI) declaró el año pasado estado de emergencia al distrito de Sangallaya por peligros de deslizamiento, este estudio tiene se ha hecho etapa de campo, laboratorio y gabinete. En campo se ha hecho prospecciones a cielo abierto mediante calicatas, se ha tomado muestras representativas y se levantó el perfil estratigráfico encontrando suelos parecido pero con parámetros de resistencia diferentes. También se obtuvo la topografía del terreno, con el cual se ha definido las dimensiones del talud comprometido en la presente investigación. Del laboratorio se ejecutó los ensayos: granulométrico, límites de consistencia, corte directo y permeabilidad. Se usó el programa SLIDE, para hacer el cálculo de estabilidad de taludes y analizando para diferentes escenarios o condiciones de terreno.
2. El análisis de estabilidad de taludes sin incluir el sismo, nos da un factor de seguridad $FS=1.426$, el cual es mayor a 1 tal como nos indica Gerscovich, Denis es seguro la obra en el ramo del proyecto investigado. Además si se le agrega una carga sísmica de 0.2 en el estado natural dándonos un factor de seguridad $FS=0.909$, el cual muestra una considerable disminución y la hace inestable por ser menor a 1. Así mismo el talud si estamos en condiciones de una precipitación pluvial y llegase a humedecer y haber escorrentía en la superficie, bajo esas condiciones de terreno en el talud se hizo el análisis de estabilidad de taludes, y esta es más crítica aun la inestabilidad se muestra por lo que nos da un factor de seguridad $FS=0.722$ por lo tanto en épocas de fuerte precipitaciones y una carga sísmica de 0.2 el talud muestra una estabilidad en la parte superior se muestra disminuida. Por lo tanto las épocas de año

donde has y fuerte precipitación pluvial esa porción en la zona de la parte superior va a sufrir un deslizamiento.

3. El asentamiento depende de la cantidad de carga que va a transmitir la estructura colocada en dicho tramo de análisis, que va desde la progresiva 13+500 hasta 13+660, por lo que en un talud es muy importante considerarlo y hacer el análisis con dicha carga y evaluar la estabilidad. Ya el talud sin estar con carga externa por parte de la estructura muestra una estabilidad ante la carga sísmica, entonces si se le adiciona esta carga sufriría un asentamiento y sería más inestable.

4. El coeficiente sísmico crítico para que el talud sea inestable, fue calculando haciendo análisis para 03 coeficientes sísmicos diferentes (coeficientes sísmico de 0.10, 0.15 y 0.20).

V. CONCLUSIONES

1. Se demostró que el análisis sísmico-dinámico en taludes efectuó para las condiciones de talud natural, talud natural con sismo, talud con agua y talud con agua y sismo, los cuales nos mostró una zona inestable para los casos de talud con sismo, talud con agua, talud con agua y sismo.
2. Se determinó como el análisis sísmico-dinámico influye en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya mediante el modelamiento en el software Slide, para lo cual se tenía que introducir datos de peso específico del terreno natural, ángulo de fricción y cohesión aparente, así como la geometría del talud, nos da un factor de seguridad $FS=1.426$, el cual es mayor a 1 tal como nos indica Gerscovich como talud seguro para obra en el tramo del proyecto investigado.
3. Se evaluó como el análisis sísmico-dinámico incide en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya mediante el modelamiento en el software Slide, para lo cual se tenía que introducir datos de peso específico del terreno natural saturado, ángulo de fricción y cohesión aparente, la geometría del talud, y la introducción de un sismo de 0.20, el cual nos da un factor de seguridad $FS=0.437$, el cual es menor a 1.
4. Se determinó que el coeficiente sísmico crítico al análisis sísmico-dinámico en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya mediante el modelamiento en el software Slide y con varios sismos (0.10, 0.15 y 0.20), y se obtuvo diferentes factores, y con los resultados se estudió el coeficiente sísmico crítico que haría inestable al talud, dándonos como resultado 0.1988 de sismo que haría inestable al talud, tal como lo refiere Gercovich.

VI. RECOMENDACIONES

1. Al Ministerio de Agricultura, solicitar en todos los proyectos de irrigación tales como represas, canales, rápidas, entre otros el análisis sísmico-dinámico de los taludes comprometidos en las estructuras de irrigación que desarrollen, dado que el alcance y fácil operación de los programas como el SLIDE, Slope, entre otros. Para hacer más seguras las estructuras donde se pretenda colocar en taludes, ladera.
2. Gobiernos regionales y ediles capacitar a los profesionales de Ing. Civil que desarrollan tareas de seguridad de infraestructura sobre taludes y laderas para asegurar conocimiento científico y competencias profesionales idóneas que permitan tener planes de mejora y de prevención.
3. A las universidades e Institutos de Investigación sobre Ing. Civil difundir y publicar información y estudios sobre analisis sísmico-dinámico en taludes, dado que el Perú se encuentra en una zona de alta sismicidad, y a las improvisaciones urbanicas en las laderas y pendientes montañosas.
4. A los profesionales e investigadores sobre analisis sísmico-dinámico considerar en el proceso de su analisis, diferentes escenarios, principalmente que las fuerzas y los momentos resistentes de los materiales que compone el talud, sea mayor que las fuerzas actuantes o momentos actuantes, para poder así asegurar la estabilidad del talud en estudio y con ello asegurar las estructura que se pueda colocar sobre este talud o ladera.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libros:

AYUSO Muñoz, Jesús, CABALLERO REPULLO, Alfonso, LOPEZ AGUILAR, Martín, JIMENEZ ROMERO, Martín, AGRELA SAINZ, Francisco. 2009. Cimentaciones y Estructuras de Contención de Tierras. Primera Edición 2010. España. Bellisco ediciones técnicas y científicas. ISBN: 978-96486-92-8.

BRAJA M., Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. Séptima edición. México. 2012. Cengage Learning Editores, SA de CV. ISBN: 978-607-481-747-8.

BRAJA M., Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 2011. México. Internacional Thomson Learning Editores, SA de CV. ISBN: 970-686-061-4.

DENISE M.S.,Gerscovich. 2015. *Estabiliad de Taludes.* Bogota, Colombia. Lemoine Editores, 2015 ISBN: 978-958-59035-0-0.

JUAREZ Badillo Eulalio y RICO RODRIGUEZ, Alfonso. 2004. Mecanica de Suelos Tomo II Teoria y Aplicaciones de la Mecanica de Suelos. Mexico. Editorial Limusa. ISBN: 968-18-0128-8.

LAMBE T., William, 2002. Mecánica de Suelos. México. Editorial Limusa, SA. ISBN: 968-18-1894-6

RICO RODRIGUEZ, Alfonso. 2005. La ingenieria de Suelos en las Vias Terrestres, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen 1. Mexico. Editorial Limusa, S.A. de C.V. ISBN: 968-18-0054-0

SUAREZ DIAZ, Jaime 2009. Deslizamientos. Volumen 1 Análisis Geotécnico.

1ra Ed. Bucaramanga-Colombia. Division de Publicaciones UIS. ISBN:
978-958-8504-03-2.

SUAREZ DIAZ, Jaime 2009. Deslizamientos. Volumen 2 Tecnicas de
Remediación. 1ra Ed. Bucaramanga-Colombia. Division de Publicaciones
UIS. ISBN: 978-958-8504-04-2.

**HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, Fernandez COLLADO, Carlos,
BAPTISTA LUCIO, Pilar 2009.** Metodología de la Investigación. Cuarta
Ed. . McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México. ISBN:
970-10-5753-8.

Tesis:

ANGAMARCA ANGAMARCA, Frady Fabian 2010. Modelación Numérica de
Estabilidad de Taludes Controlados por la Presencia de Niveles de
Despegue de Alta Plasticidad y Permeabilidad. Loja, Ecuador: Universidad
Técnica Particular de Loja.

**ALVARADO SALAZAR, Alan Alexis, CORNEJO GUADIA, Alfonso Ricardo
2014.** Estabilización de taludes en la costa Verde-Callao Tramo. Av. Santa
Rosa-Jr. Virú. (1.3 Km). Lima, Perú: Universidad San Martin de Porres.

CARRILLO, Nesly 2011. “Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos”
Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

GAMARRA RIVERA, Carlos Alberto 2009. Nuevas Fuentes Sismogénicas para
la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro
Uniforme en el Perú. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

- GRAZON IRAL, Juan, VALENCIA PALACIO, Estefan, MUÑOS COSIO, Jesús Andrés 2012.** Evaluación de la Vulnerabilidad y consecuencias por deslizamiento en la conexión vial Aburra-Rio Cauca entre las abscisas Km 04+000 y 39+000. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- HURTADO LASCANO, Mario Efrain 2009.** Modelo para Estabilización de Taludes en la carretera Selva Alegre-Sanguacal que Permita Disminuir Costos de Mantenimiento. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato-Centro de Estudios de Posgrado.
- MONTOYA OROZCO, Audini 2009.** Confiabilidad en Estabilidad de Taludes. México, México: Universidad Nacional Autónoma de México
- POZO GARCIA, Raúl Rodolfo 2014.** Análisis Numérico del Mecanismo de Falla en Macizos Rocosos Fracturados Considerando el Efecto Escala. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- SEPULVEDA BARRAZA, Alejandra 2011.** Comportamiento Sísmico de Taludes de Roca. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- TORRES CHUNG, Cesar Roberto 2007.** Valoración del Riesgo en Deslizamientos. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- URRUTIA VARANESE, Pablo 2008.** Análisis Dinámico de Estabilidad por Elementos Finitos de los Taludes de la Costa Verde en el Distrito de Miraflores. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

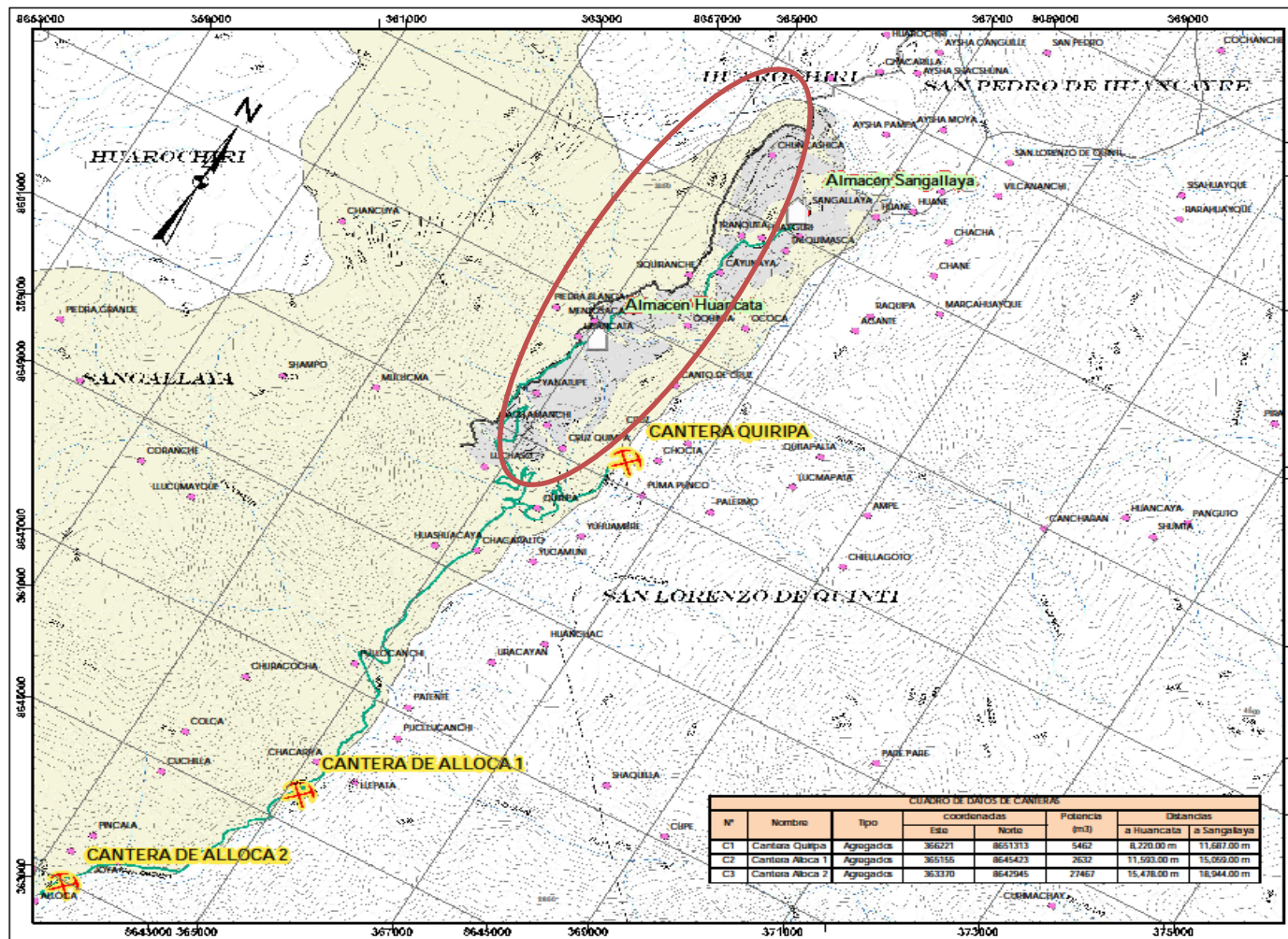
VALVERDE RUIZ, Enrique Alonso 2010. Análisis de la Influencia de la Precipitación en el Esfuerzo de Succión y la Estabilidad de un Talud. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica-Escuela de Ingeniería en Construcción.

VARGAS, Alonso 2007. Estabilidad de Taludes en la Costa Verde, Distrito de Miraflores. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.

VELIZ AREVALO, Carolina Dianeth 2009. Estabilización de Taludes con Pantalla de Concreto Lanzado con Malla Electrosoldada y Anclajes de Concreto Reforzado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

ANEXOS

Anexo 01: Plano de localización de la zona de investigación



“ANÁLISIS SÍSMICO-DINÁMICO EN TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACIÓN-DISTRITO DE SANGALLAYA-REGION LIMA 2017”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Análisis Sísmico-Dinámico en taludes	Trabajos de campo	Perfil estratigráfico, geometría del talud	calicata, toma de muestras, topografía del terreno
¿De qué manera el análisis sísmico-dinámico en talud contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación-Distrito de Sangallaya - Región Lima 2017?	Evaluar que el análisis sísmico-dinámico en talud contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación-Distrito de Sangallaya-Region Lima 2016?	Si hay análisis sísmico-dinámico en talud contribuirá al aseguramiento de las estructuras de irrigación-Distrito de Sangallaya-Region Lima 2016?		Ensayos estándares	Clasificación de suelos, consistencia, humedad.	Ensayo granulométrico, Ensayo límite líquido y plástico, ensayo contenido de humedad.
				Ensayos especiales	Angulo de fricción interna, cohesión aparente	Ensayo de corte directo, ensayo de permeabilidad.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Aseguramiento de estructuras de irrigación	Estabilidad de taludes en terreno natural	Factor de seguridad en terreno natural (cociente de esfuerzos resistentes de terreno natural/esfuerzos actuantes)	Modelamiento con software Slide
¿Cómo influye el análisis sísmico - dinámico en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya - Región Lima 2017?	Determinar Cómo en el análisis sísmico-dinámico influye en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2017	El análisis sísmico-dinámico influye en la estabilidad de taludes en terreno natural de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí - Región Lima 2017				
¿En qué medida incide el análisis sísmico-dinámico en la estabilidad de taludes en terreno saturado de las estructuras de irrigación Sangallaya - Región Lima 2017?	Evaluar en qué medida incide el análisis sísmico - dinámico en taludes de terreno saturado de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2017	El análisis sísmico - dinámico incide en la estabilidad de los taludes de terreno saturado de las estructuras de irrigación Sangallaya-Huarochirí-Región Lima 2017		Estabilidad de taludes en terreno saturado	Factor de seguridad en terreno saturado (cociente de esfuerzos resistentes de terreno natural/esfuerzos actuantes)	Modelamiento con software Slide
¿Cómo interviene en el análisis sísmico – dinámico el coeficiente sísmico e las estructuras de irrigación Sangallaya - Región Lima 2017?	Evaluar como interviene en el análisis sísmico-dinámico el coeficiente sísmico crítico de las estructuras de irrigación Sangallaya-Distrito de Sangallaya-Huarochirí-Lima 2017	El coeficiente sísmico crítico interviene en el análisis sísmico – dinámico de las estructuras de irrigación-Distrito de Sangallaya-Región Lima 2017		Coeficiente sísmico crítico	Factor de seguridad del terreno por sismo (cociente)	Modelamiento con software Slide



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

INVESTIGADOR : RONALD AVILA PAREJA

CALICATA : C-3 Progresiva 13+660

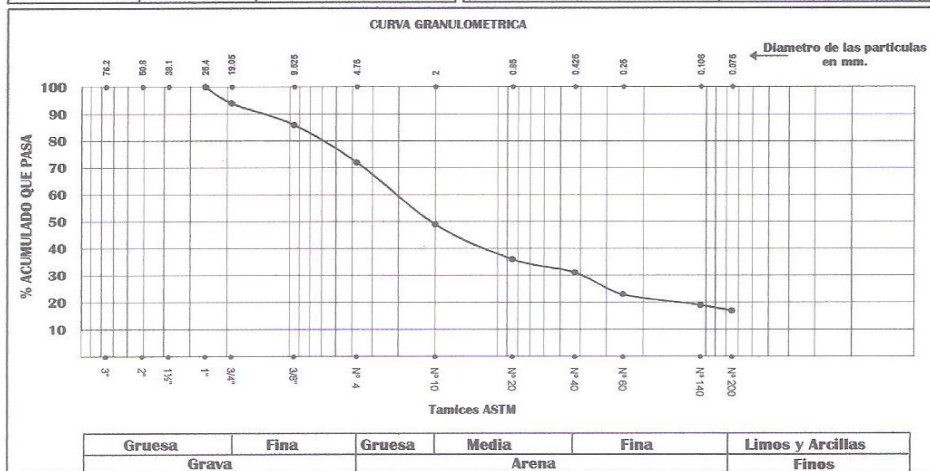
PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO EN TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-HUAROCHIRI

MUESTRA : MAB-1

PROFUNDIDAD : 1.40 m.

FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	23.19
3"	76.20		Limite plastico (%)	19.27
2"	50.80		Indice plastico (%)	3.92
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	100	Resultado: ASTM - D 2457 / D 3282	
3/4"	19.05	94	Coefficiente de:	
3/8"	9.525	86	-Uniformidad	
Nº 4	4.750	72	-Curvatura	
Nº 10	2.000	49	Material:	
Nº 20	0.850	36	-Grava %	28
Nº 40	0.425	31	-Arena %	55
Nº 60	0.250	23	-Finos %	17
Nº 140	0.106	19	Clasificacion:	
Nº 200	0.075	17	-AASHTO	A-1b (0)
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	Arena limosa con grava
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	3.92



OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante



Expediente 03462/16



Mg. Ing. *Ciro Bedia Guillen*

Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANATO DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

INVESTIGADOR : RONALD AVILA PAREJA

CALICATA : C-1 Progresiva 13-500

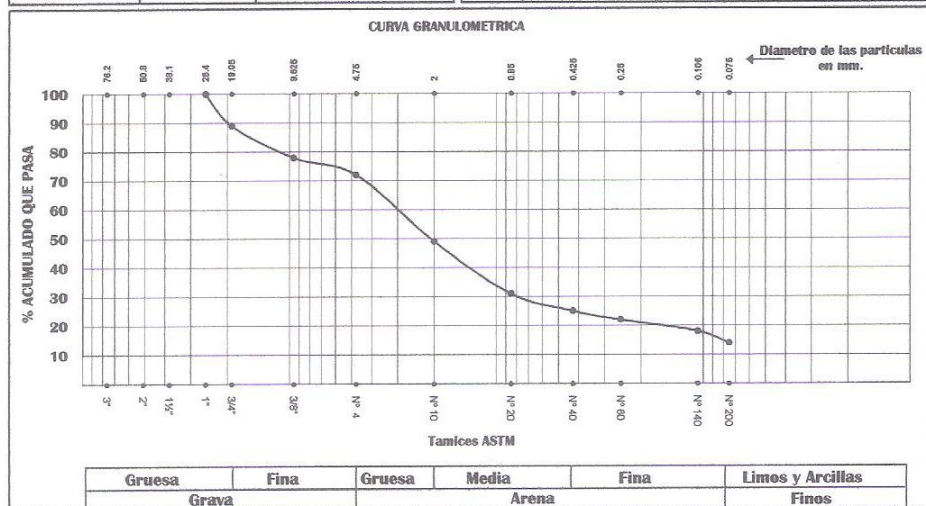
PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO EN TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-HUAROCHIRI

MUESTRA : MAB-1

PROFUNDIDAD : 1.40 m.

FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Resultado: ASTM - D 2497 / D 3282	
3"	76.20		Limite liquido (%)	20.16
2"	50.80		Limite plastico (%)	16.32
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	3.84
1"	25.40	100	Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05	89	Resultado: ASTM - D 2497 / D 3282	
3/8"	9.525	78	Coeficiente de:	
Nº 4	4.750	72	-Uniformidad	
Nº 10	2.000	49	-Curvatura	
Nº 20	0.850	31	Material:	
Nº 40	0.425	25	-Grava %	28
Nº 60	0.250	22	-Arena %	58
Nº 140	0.106	18	-Finos %	14
Nº 200	0.075	14	Clasificacion:	
			-AASHTO	A-1a (0)
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	Arena limosa con grava
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	3.98



OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante



Expediente 03462/16



Mg. Ing. Ctro Bedia Guillen
Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : RONALD AVILA PAREJA
PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA
ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-
UBICACIÓN : HUAROCHIRI-LIMA-LIMA
MUESTRA : C-3 PROGRESIVA 15+660
FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE

NTP 339.147: Metodo de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)

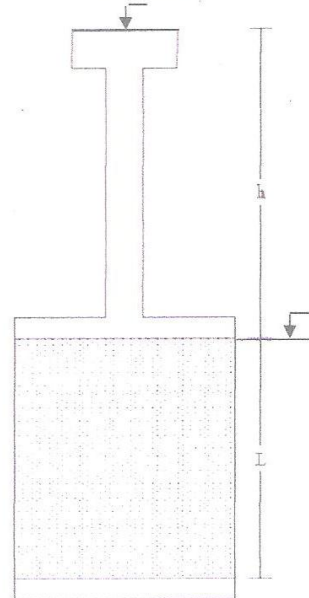
Densidad Seca : 1.92 gr/cm³

$$K_{20} = \frac{V \times L \times R_t}{H \times A \times t}$$

Donde:

V	: Gasto cm ³	49
L	: Altura de la muestra (cm.)	14
R _t	: Factor de correccion de T°	1
t	: intervalo de tiempo (seg.)	116
A	: Area del especimen (cm ²)	39.73
H	: Altura de Carga (cm.)	160

$$k_{20} = 9.3040 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Expediente 03462/17



Mg. Ing. Ciro Bedia Guillen
Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : RONALD AVILA PAREJA
 PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA
 ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-
 UBICACIÓN : HUAROCHIRI-LIMA-LIMA
 MUESTRA : C-2 PROGRESIVA 15+580
 FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE

NTP 339.147: Metodo de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)

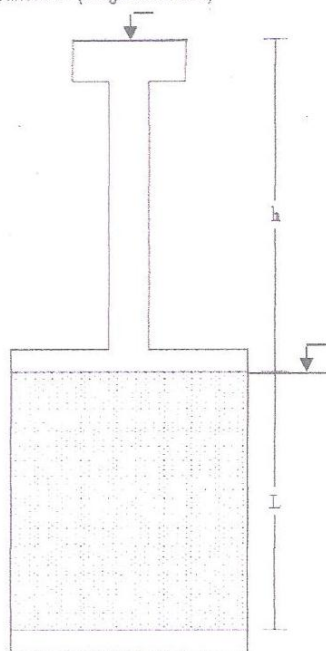
Densidad Seca : 1.88 gr/cm³

$$K_{20} = \frac{V \times L \times R_t}{H \times A \times t}$$

Donde:

V	: Gasto cm ³	49
L	: Altura de la muestra (cm.)	14
R _t	: Factor de correccion de T°	1
t	: intervalo de tiempo (seg.)	110
A	: Area del especimen (cm ²)	39.73
H	: Altura de Carga (cm.)	160

$$k_{20} = 9.8115 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Expediente 03462/17



Mg. Ing. Ciro Bedia Guillen
Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : RONALD AVILA PAREJA
 PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA
 ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-
 UBICACIÓN : HUAROCHIRI-LIMA-LIMA
 MUESTRA : C-1 PROGRESIVA 15+500
 FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE

NTP 339.147: Metodo de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)

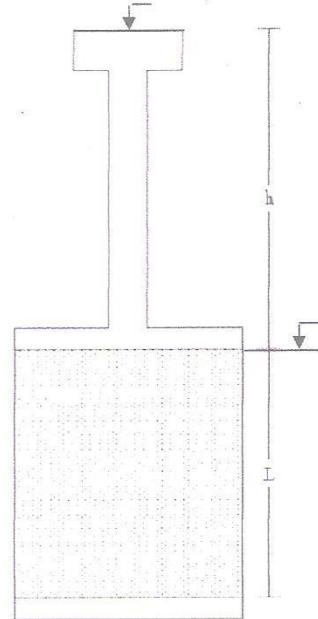
Densidad Seca : 1.94 gr/cm³

$$K_{20} = \frac{V \times L \times R_t}{H \times A \times t}$$

Donde:

V : Gasto cm³ 49
 L : Altura de la muestra (cm.) 14
 Rt : Factor de correccion de T° 1
 t : Intervalo de tiempo (seg.) 120
 A : Area del especimen (cm²) 39.73
 H : Altura de Carga (cm.) 160

$$k_{20} = 8.9939 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Expediente 03462/17



Mg.-Ing. Ciró Bedia Guillen

Responsable de Laboratorio



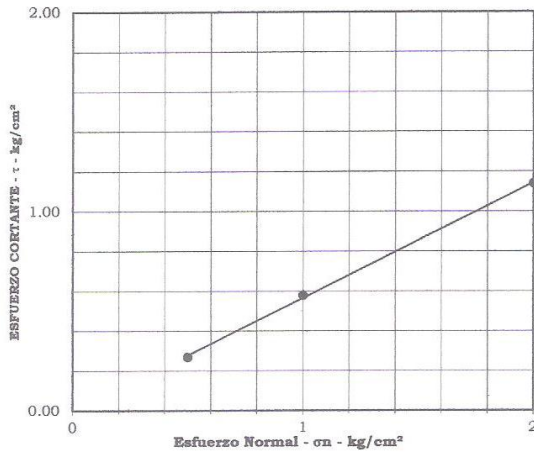
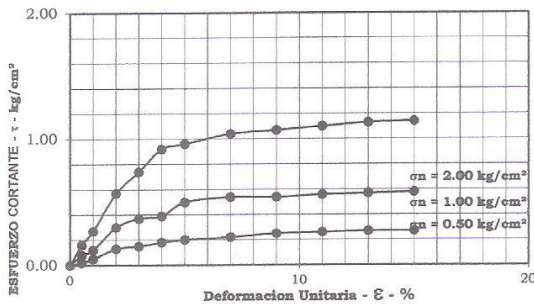
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

INVESTIGADOR : RONALD AVILA PAREJA
PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-HUAROCHIRI-LIMA-LIMA
FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



CALICATA	: C - 3 Progresiva 13+660
Profundidad (m.)	: 1.40
Clasificación SUCS	: SM con grava
Angulo de fricción interna del suelo	: 28.20 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.06 kg/cm ²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 1.92 gr/cm ³
Humedad Natural ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 3.92 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria ϵ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm ²		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	0.08	0.16
1.0	0.05	0.12	0.27
2.0	0.13	0.30	0.57
3.0	0.15	0.37	0.74
4.0	0.18	0.39	0.92
5.0	0.20	0.50	0.96
7.0	0.22	0.54	1.04
9.0	0.25	0.54	1.07
11.0	0.26	0.56	1.10
13.0	0.27	0.57	1.13
15.0	0.27	0.58	1.14

NORMA UTILIZADA: INDECOPI- NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante



Expediente 03462/16



Mg. Ing. *Ciro Bedia Guillen*
Responsable de Laboratorio



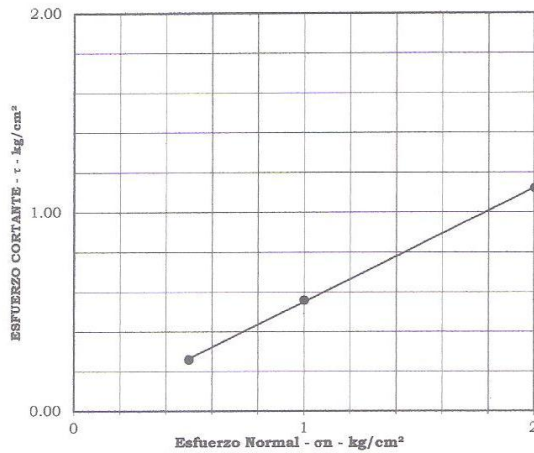
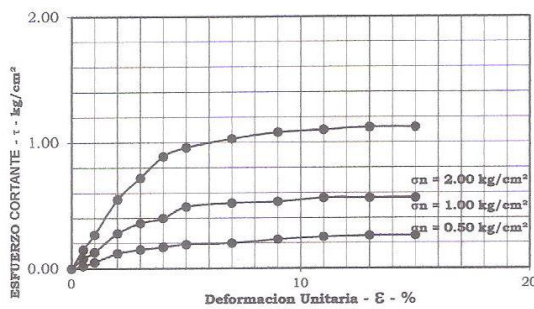
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

INVESTIGADOR : RONALD AVILA PAREJA
PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-HUARACHIRI-LIMA-LIMA
FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



CALICATA	: C - 2 13+580
Profundidad (m.)	: 1.50
Clasificación SUCS	: SM con grava
Angulo de fricción interna del suelo	: 26.30 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.04 kg/cm^2
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 1.88 gr/cm^3
Humedad Natural ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 4.12 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

Esfuerzo Normal (kg/cm^2)	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria E - %	Esfuerzo Cortante kg/cm^2		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	0.08	0.15
1.0	0.05	0.13	0.27
2.0	0.12	0.28	0.55
3.0	0.15	0.36	0.72
4.0	0.17	0.40	0.89
5.0	0.19	0.49	0.96
7.0	0.20	0.52	1.03
9.0	0.23	0.53	1.08
11.0	0.25	0.56	1.10
13.0	0.26	0.56	1.12
15.0	0.26	0.56	1.12

NORMA UTILIZADA: INDECOPI- NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante



Expediente 03462/16



Ciro Bedia Guillen
 Mg. Ing. **Ciro Bedia Guillen**
 Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA, METALURGIA Y GEOGRAFICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

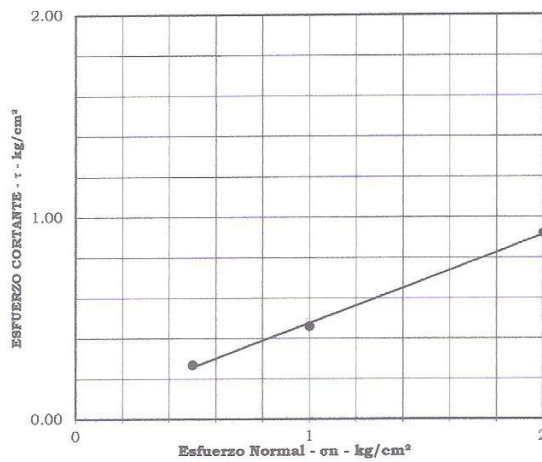
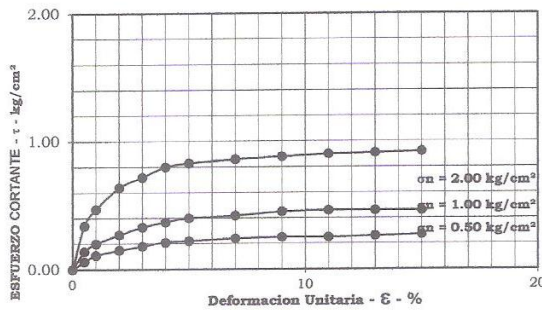
LABORATORIO DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

INVESTIGADOR : RONALD AVILA PAREJA

PROYECTO : TESIS: ANALISIS SISMICO-DINAMICO DE TALUDES PARA ASEGURAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE IRRIGACION SANGALLAYA-HUARACHIRI-LIMA-LIMA

FECHA : Ciudad Universitaria, 31 Marzo 2017

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



CALICATA	: C-1 progresiva 13+500
Profundidad (m.)	: 1.40
Clasificación SUCS	: SM con grava
Angulo de fricción interna del suelo	: 24.80 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.06 kg/cm ²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 1.94 gr/cm ³
Humedad Natural ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	: 3.98 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria ϵ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm ²		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.06	0.14	0.34
1.0	0.11	0.20	0.47
2.0	0.15	0.27	0.64
3.0	0.18	0.33	0.72
4.0	0.21	0.37	0.80
5.0	0.22	0.40	0.83
7.0	0.24	0.42	0.86
9.0	0.25	0.45	0.88
11.0	0.25	0.46	0.90
13.0	0.26	0.46	0.91
15.0	0.27	0.46	0.92

NORMA UTILIZADA: INDECOPI- NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante



Expediente 03462/16



[Signature]
Mg. Ing. Ulro Bedia Guillen
Responsable de Laboratorio

Ensayos de laboratorio



Ensayo granulometrico



Ensayo granulometrico



Ensayo granulometrico



Limite liquido y plastico



Corte directo



Corte directo