

P-362

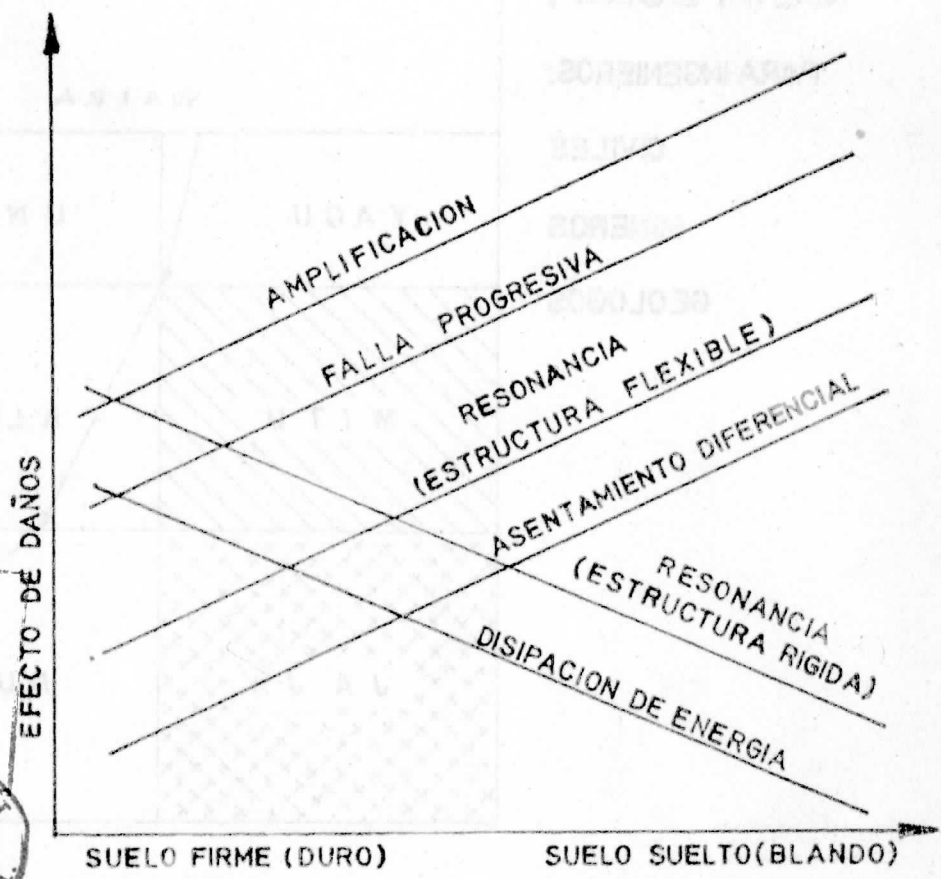
GEOTECNIA
PARA INGENIEROS:
CIVILES
MINEROS
GEOLOGOS



INCEMME T
BIENES CULTURALES
54.810.05021
INVENTARIO 1996



L.g.g.o. N° 92 - 96



ASPECTOS GEOTECNICOS EN DINAMICA DE SUELOS

ALBERTO JOSE MARTINEZ VARGAS

PROFESOR PRINCIPAL - U.N.I.

ING. CIVIL - M.I. - CONSULTOR

C.I.P. - 582

LIMA - PERU

1980

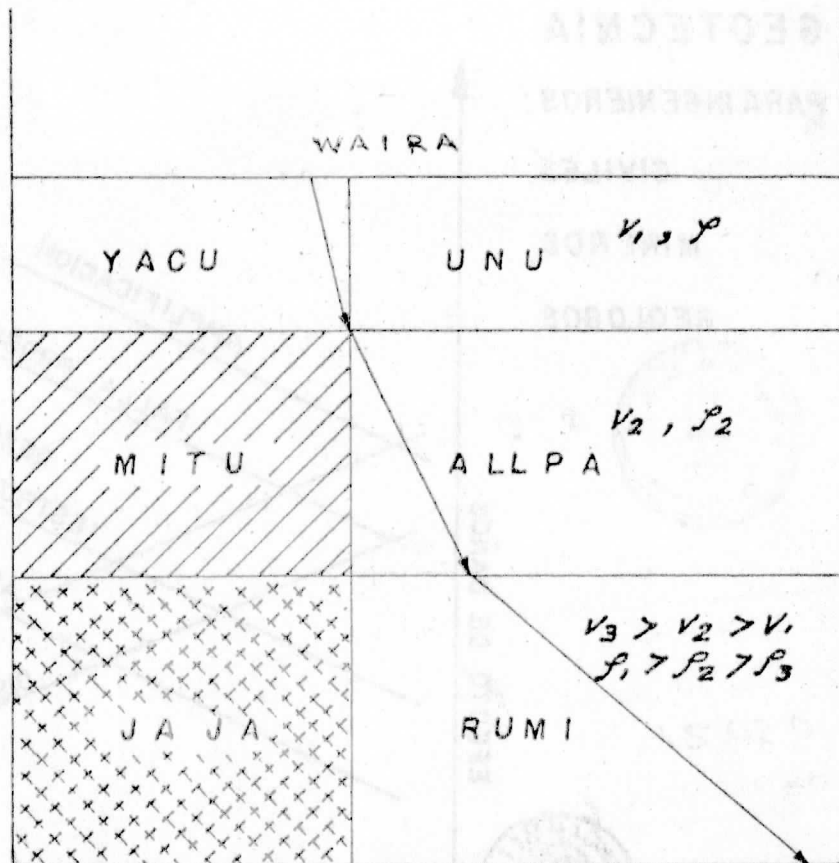
GEOTECNIA

PARA INGENIEROS:

CIVILES

MINEROS

GEOLOGOS



L.g.g.a. N° 92

EL SUELO

SEMINARIO N° 1

ASPECTOS GEOTECNICOS EN DINAMICA DE SUELOS

ALBERTO JOSE MARTINEZ VARGAS

PROFESOR PRINCIPAL - U.N.I.

ING. CIVIL-M.I.-CONSULTOR

C.I.P. - 582

LIMA - PERU

1980

ASPECTOS GEOTECNICOS EN LA DINAMICA DE SUELOS

Por: **ING. ALBERTO MARTINEZ VARGAS**
Prof. Principal de la UNI
Consultor en Geotecnia.

INTRODUCCION

Se presenta y se propone un seminario sobre aspectos Geotécnicos en Dinámica de Suelos, como una alternativa de actualización y formación profesional, después de haberse propuesto un curso de Dinámica de Suelos al P.A.I.C-UNI, Lima-Perú, que se publicó en las Memorias del II Congreso Nacional de Arequipa, como cumplido, con la invitación para enseñar un cursillo en CIP, de actualización sobre Dinámica de Suelos, y por último haber ofrecido un curso pre-congreso en este certamen del Cusco.

No habiéndose concretado en ninguno de los casos por razones que no tienen trascendencia ante las evidencias abrumadoras de responder al clamor y solicitud de estudiantes e ingenieros, de encontrar la oportunidad de que se les brinden conocimientos básicos sobre dinámica de suelos materia que indiscutiblemente forma parte del curriculum del Ingeniero Civil por nuestra realidad sísmica y la responsabilidad de ejercer esta actividad con un mínimo de tecnología desarrollada que en otros países vecinos se viene incrementando con cuadros de profesionales altamente calificados.

Es importante revisar la curricula de Ingeniero Civil y no hay una sola Universidad que cubra este campo a ningún nivel y si algunas asignaturas como Ingeniería Antisísmica ligeramente la mencionan, estos son simplemente de carácter informativo, que por otra parte los numerosos cursos de mecánica de Suelos, no están actualizados en los principios, técnica, criterios, etc., dentro de una estructuración conceptual y básica que demanda el conocimiento de Dinámica de Suelos y los avances de los últimos 15 años.

El autor como docente ha cumplido con su deber de querer contribuir en la formación profesional de discípulos y colegas por lo que una nueva oportunidad queda abierta y el plenario de este congreso se pronuncie sobre esta situación, o la juventud Universitaria de hoy serán los profesionales del mañana que juzguen su formación de ayer.

OBJETIVOS

Brindar conocimientos y preparación en Dinámica de Suelos por medio de seminarios sobre temas básicos a:

- 1- Estudiantes del último ciclo de ingeniería y/o bachilleres de Ingeniería Civil.
- 2- Actualizar a los ingenieros en actual ejercicio profesional.
- 3- Nivelar, divulgar y formar cuadros para incentivar la especialización entre los profesores y jefes de Práctica en Mecánica de Suelos.
- 4- Iniciar y desarrollar programas de investigación en dinámica de suelos dentro de una tecnología propia y realista, con laboratorios adecuados.

- 5- Participar en eventos nacionales e internacionales con profesores que prestigien al ingeniero peruano.
- 6- Acabar con todo tipo de improvisación en la aplicación de estudios e investigaciones de Dinámica de Suelos que no ofrezcan procedencia idónea y responsabilidad dentro de sus alcances y limitaciones.
- 7- Prever, controlar, legislar la seguridad frente al riesgo sísmico de las obras civiles.
- 8- Solicitar la actualización y revisión de la Enseñanza de la Mecánica de Suelos.
- 9- Incluir en la curricula del Ingeniero Civil un curso de Dinámica de Suelos.

PROPUESTAS - TEMAS

Seminarios : ASPECTOS GEOTECNICOS EN DINAMICA DE SUELOS.

1. Temas. Conceptos Básicos.

Seminario 1 EL SUELO

Seminario 2 RELACIONES DEL SUELO - SOBRECARGAS Y CONDICIONES ESTABLES.

Seminario 3 AMPLIFICACION LOCAL

Seminario 4 LICUACION - COMPACTACION Y PERDIDA DE RESISTENCIA.

Seminario 5 EXPLORACION DEL SUELO.

2. LECTURAS - COMENTARIOS - ANALISIS CRITICO.

Seminario 6 EFECTOS DE LAS CONDICIONES LOCALES DEL SUELO.

Seminario 7 EFECTOS SISMICOS EN CIMENTACION.

Seminario 8 COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL SUELO Y SUS APLICACIONES A PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL.

Seminario 9 FACTOR DE SEGURIDAD

Seminario 10 ANALISIS SOBRE S.P.T., C.M. "g" Y Vr.

Seminario 11 LICUACION.

Seminario 12 LICUACION Y MOVILIDAD CICLICA.

DOCUMENTACION PREPARADA PARA EL SEMINARIO

Se ha preparado documentación escrita de cada uno de los temas del Seminario como base de información y fuente de referencia en la lectura, estudio, discusión, habiéndose seleccionado trabajos de los últimos 10 años, analizados, estudiados, traducidos y actualizados.

1. MATERIAL PARA LOS CONCEPTOS BASICOS.

Los cinco primeros temas basados en las obras:
"Soil Dynamic Behavior Including Liquefaction"
Instituto Ingeniería - U.N.A.M.E. 15 - México
1975 - Ezio Faccioli - Daniel Resendiz.

Como un anexo, se presenta el contenido y forma de llevar el Seminario del tema 1.

2. MATERIAL PARA LECTURA - COMENTARIOS ANALISIS CRITICO.

El estudiante puede recurrir a la fuente original e implementarse con las traducciones, reproducciones preparadas sobre cada uno de los diez temas programados y 2 libros:

- Seminario 6 "The efectos of local soil condition open Earthquake Damage" VII Cong. M.S. - México 1969 - Y. Ohsaki - Japón.
- Seminario 7 "Soil Dynamics and seismic effects on foundation VIII Cong. M.S. Moscu Rusia, 1973. S. Prakash - India.
- Seminario 8 "Dynamic Behavior of soils and its Application to Civil Engineering Projects" VI Cong. Panamericano M.S.F.C. Lima Perú, 1979 R.V. Whitman - USA.
- Seminario 9 "Factor de Seguridad en Mecánica de Suelos" Reproducción actualizada del III Cong. Nacional de Mecánica de Suelos. Lima-Perú 1978 - Pub. U.N.I. L.G.G.A. No. 67 A. Martínez Vargas.
- Seminario 10 "Dinámica de Suelos en el Perú" Trabajo presentado para discutir en el seminario A. Martínez V. - Perú.
- Seminario 11 "Licuación de arenas" - Ministerio de Habitación de Obras Públicas - Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil, Lisboa - Portugal 1979. G. Vivar R. - Perú.
- Seminario 12 "Soil Liquefaction and Cyclic Mobility - Evaluation for lever during Earthquakes" A.SCEGT 2 pp 201-105 Seed H.B. 1979 - USA.

LINEAMIENTOS GENERALES

1. Curso curricular Universitario
 - Semestral, en tres horas semanales
 - Último ciclo (pre-requisito)
 - Código D.S. s/n DINAMICA DE SUELOS
 - Obligatorio.
2. Cursillo Actualización profesional
 - Mensual, 9 horas/semanal
 - Ingenieros colegiados y/bachiller
 - Código S.D.S. s/n SEMINARIO ASPECTOS GEOTECNICOS EN DINAMICA DE SUELOS.
 - Inscripción personal o institucional.
3. Financiamiento
 - Auspiciado por Universidades, Escuela de Graduados, Instituciones, CIP.
 - Derecho de autor y beneficios de pro-

ducción intelectual
Honorarios profesionales al profesor.
Costos de material didáctico, viaje, viáticos cuando la sede sea fuera de Lima.

AGRADECIMIENTO

Al centro de Estudiantes de Ingeniería Civil 1980-II que en un mes y medio del III Congreso Nacional de Ingeniería Civil del Cusco, han permitido al autor sustentar frente al estudiantado y docentes de la U.N.I. dos conferencias de los trabajos presentados como son:

1. "Aspectos Geotécnicos en Dinámica de Suelos"
2. "Aspectos Geotécnicos al Mapa de Regionalización Sísmica del Perú".

Temas concordantes con nuestra realidad, tanto docente como profesional, pues, trata de actualizar el currículum con seminarios de temas que no se dan en la UNI así como se analiza el reglamento de construcción en su parte sísmo-resistente de mayor interés que las predicciones sísmicas actualmente usadas y publicitadas indebidamente creando pánico general y desconcierto en los especialistas y profesionales ante teorías sin base científica, que siempre encontrarán la respuesta justa cuando estamos mejor preparados y apoyados en el conocimiento de nuestra realidad y condiciones sísmicas del Perú.

PRESENTACION Y COMENTARIOS SOBRE EL SEMINARIO - EL SUELO

Se presenta el contenido del primer tema del seminario el mismo que puede mostrar la documentación básica y las sugerencias que generaría comentarios, discusiones, etc., además de bibliografías, enseñanzas y reflexiones como preguntas propuestas que esperamos puedan servir de guía en el desarrollo del seminario y propósito de un curso de actualización profesional, que bien puede ser modelo para otras materias de interés general.

SEMINARIO Nº 1.- EL SUELO

A. DOCUMENTACION BASICA PARA ANALIZAR "COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL SUELO INCLUYENDO LICUACION"

INTRODUCCION

- NATURALEZA DE LOS SUELOS: FASES Y ESFUERZOS

El suelo es un agregado de partículas disgregadas cuyos vacíos están llenos de aire y/o agua. Por tanto el suelo es un material de 2 ó 3 fases, cuyo estado de esfuerzo está completamente descrito si sólo los esfuerzos correspondientes a cada fase son dadas. Si por motivos prácticos y de simplificación se consideran sólo suelos saturados de agua y suelos secos es aún necesario distribuir, en el primer caso, los esfuerzos en el esqueleto sólido (esfuerzo efectivo) en el agua (presión de poros); sólo en suelos gruesos, secos y no cohesivos, el esfuerzo total será igual al esfuerzo efectivo (Cuadro 1.1).

La presión de poro puede resultar de un estado de corriente constante de agua a través de los poros del suelo (presión de poro por corriente constante) o por flujo transitorio inducido por tendencia de los poros al cambio de volumen (presión de poro inducida).

La presión de poro por corriente constante no depende de las propiedades del suelo sino de las condiciones hidráulicas que son independientes de las respuestas del suelo a cargas externas.

Esta componente, presión de poro, es pues una variable independiente desde el punto de vista de Mecánica de Suelos. Por otro lado, la presión de poro inducida si depende de las propiedades mecánicas del suelo, esto es de la permeabilidad y susceptibilidad del suelo al cambio de

volumen bajo esfuerzos (cuadro 1.2).

— CONDICIONES DE DRENAJE EN PROBLEMAS SISMICOS.

En general, las condiciones de drenaje, esto es, el grado de disipación de la presión de poro durante el proceso de carga, dependen de las proporciones de esfuerzo, del coeficiente de permeabilidad del suelo y de la geometría y condiciones de borde del prototipo.

Dada la permeabilidad natural del agua en el suelo, en Dinámica de Suelos la proporción de deformación es suficientemente grande para originar la migración del agua durante el proceso de carga lo que es insignificante bajo las condiciones de campo. Entonces, la mayor parte de suelos total o parcialmente se deforman bajo condiciones próximas al contenido de agua constante: en suelos completamente saturados, esto significa que la deformación ocurre a volumen constante.

Inversamente, dada la alta permeabilidad del suelo por aire y altísima compresibilidad del aire, la mayor parte de los suelos gruesos sufren deformación por drenaje libre. Las condiciones libres de drenajes pueden prevalecer también en suelos saturados y extremadamente gruesos (tamaño en el orden de una pulgada de largo).

Obviamente existen los casos intermedios. Estos son los suelos secos con partículas en el orden de 0.1 mm. (arenas finas) y suelos saturados con permeabilidad del orden de 10^{-1} cm/seg. Para estos casos es digno de confianza y probablemente aceptable proceder bajo el supuesto de deformación a contenido de agua constante.

En los casos en que resulta conservador e inaceptable, sería conveniente estimar límites superiores e inferiores de respuesta del suelo, proveniente de la supuesta alternativa de drenajes total y deformación a volumen constante, o si no, en los suelos saturados, resolviendo la ecuación y describiendo el proceso del cambio de volumen bajo carga simultáneamente con la ecuación de flujo transitorio del agua en un medio poroso. Detalles de este intento escapa al alcance de este capítulo, por lo que se da el cuadro 1.3 para una discusión abierta.

— VARIABLES INDEPENDIENTES Y CONDICIONES DE ENSAYO EN DINAMICA DE SUELO.

En general, el comportamiento mecánico de un elemento de suelo, depende de su estado inicial (proporción de vacíos, grado de saturación, estructura y estado de esfuerzos) así como de la forma como los incrementos de esfuerzos son aplicados (trayectoria y relación de esfuerzos, condiciones de drenaje).

De allí que las propiedades mecánicas del suelo debe ser idealmente determinadas en especímenes para los cuales las variables precedentes sean las mismas que en el modelo.

Se ha encontrado repetidas veces en el laboratorio que los efectos de esas 7 variables pueden tomarse en cuenta con buena aproximación por medio de tres factores independientes: relación de deformaciones, trayectoria de esfuerzos y del estado de esfuerzos efectivos, este último llamado factor dominante. Esta es una expresión del llamado principio de esfuerzo efectivo, como se muestra en el cuadro 1.4.

De acuerdo con este principio, toda propiedad del suelo debería ser determinada y expresada en términos del esfuerzo efectivo. El uso práctico del principio de

pende de la posibilidad de predecir la presión de poro en las condiciones de campo. Esto es directo en suelos de drenaje libre, como se indica en los objetivos puesto que en ellos la presión de poro es independiente de la deformación, y para repetir las condiciones de campo en el laboratorio y determinar las propiedades del suelo se requiere de los ensayos de drenaje normales al nivel de esfuerzo apropiado. Sin embargo la predicción de la presión de poro en suelos menos permeables es mucho más compleja, excepto cuando el esfuerzo actuante cambia lentamente, suficiente para prevenir el desarrollo de la presión de poro inducida, la cual no es el caso en dinámica de suelos.

No obstante, bajo un proceso de carga dado con contenido de agua constante la presión de poro inducida es esencialmente una función del estado inicial del elemento suelo (Bishop y Eidin, 1950) o, en otras palabras es función de los esfuerzos efectivos anteriores.

Si consideramos este factor junto con el principio de presión de poro inducida, concluimos que la trayectoria de los esfuerzos efectivos y todo el comportamiento de dos elementos de suelos deformados a contenido de agua constante, son los mismos, sólo y solamente cuando los tres factores son reproducidos en ambos elementos, es decir, el estado inicial, la trayectoria de esfuerzos totales*, y la relación del cargado (aunque la mayoría de evidencias experimentales indican que dentro del rango de las proporciones de carga, de interés en Ingeniería Sísmica, el último factor tiene generalmente un efecto solamente de segundo orden).

Esta conclusión constituye la base para seleccionar las variables relevantes y las condiciones de ensayo en problemas de Ingeniería que involucra al suelo (Cuad. 5). Como se explicó en los objetivos los problemas de Dinámica de Suelos pueden clasificarse a groso modo en dos categorías: Una donde prevalecen las libres condiciones de drenaje y otra donde la deformación ocurre bajo contenido de agua constante. En el primer caso, la presión de poro es una variable independiente y los ensayos ordenados en especímenes secos o saturados deben usarse para determinar las propiedades del suelo. El otro caso es el más común en Ingeniería Sísmica; en ellos la presión de poro es una variable dependiente y por consiguiente es más simple, seguro y más directo no incluirla explícitamente en el análisis de respuesta**.

Tratar con este último caso requiere ensayos en especímenes representativos donde por lo menos 2 de los 3 factores relevantes señalados (estado inicial y trayectoria de esfuerzos) son cuidadosamente controlados para reproducir las condiciones del prototipo.

(*) En un suelo saturado sólo la trayectoria de esfuerzos desviadores tienen que ser reproducidas, ya que cualquier incremento de esfuerzo hidrostático deja la presión efectiva invariable.

(**) Tratar explícitamente con la presión de poro en este tipo de problemas es equivalente a una manipulación circular de la variable. Suponiendo que alguien se decida a tratar únicamente con presión de poro (esto es, trabajar con esfuerzo efectivo) en un problema de dinámica de suelos donde el suelo que se deforma con contenido de agua constante. Para lograr esto uno tiene que predecir la presión de poro inducida en el campo, lo cual requiere la ejecución de ensayos no drenados en muestras representativas donde el estado inicial y la trayectoria de esfuerzos en el campo son reproducidos, estos son los mismos ensayos necesarios para hacer un análisis de esfuerzos totales, excepto que si un análisis de esfuerzo efectivo es preferido, la presión de poro inducida tiene que ser medida. Estas mediciones son usadas pues, para predecir la presión de poro inducida en el campo y ésta y el esfuerzo total, para predecir la presión efectiva. De allí que si las mediciones de presión de poro son perfectas, el método de análisis por esfuerzos efectivos es exactamente equivalente al método de esfuerzos totales, excepto que este último es más simple y directo, ya que las mediciones de presión de poro está lejos de ser perfectas, cuando existe la presión de poro inducida el método de análisis por esfuerzos totales es no sólo simple sino mejor.

— CONDICIONES ESTABLES E INESTABLES DEL SUELO.

Consideramos dos especímenes de un suelo no cohesivo con relaciones de vacío e_1 y e_2 sujetos al ensayo de consolidación triaxial drenada, tal que el esfuerzo cortante en los dos especímenes se inicia a la misma presión efectiva de consolidación σ'_c , si e_1 es suficientemente alta y e_2 suficientemente bajo, el comportamiento de los especímenes exhibirá la diferencia cualitativa ilustrada en la fig. 11.

En el espécimen 1 el esfuerzo cortante aumenta continuamente con la deformación hasta un máximo en el punto S_1 y se mantiene constante en adelante (fig. 1-1a). En el mismo espécimen la relación de vacíos decrece continuamente durante el ensayo hasta que una relación de vacíos final e_s (relación de vacíos estable, Poulos, 1971), es conseguida y se mantiene constante con futuras deformaciones (fig. 1-1b). El espécimen 2, más denso, muestra un pico en el punto m en su curva esfuerzo-deformación y muestra un decrecimiento continuo en el esfuerzo cortante bajo esfuerzo adicional hasta que un esfuerzo final es alcanzado próximo al espécimen 1 (fig. 1-1a). En cuanto al comportamiento volumen vs. tensión el espécimen 2 primero se contrae ligeramente y luego se dilata continuamente hasta que aproximadamente y luego se dilata continuamente hasta que aproximadamente, el mismo estado uniforme de vacíos e_s sea alcanzado como en el espécimen 1 (fig. 1-1b).

El pico en la curva esfuerzo-deformación de la muestra 2 aparece cuando el volumen está incrementando hasta su máximo valor.

Puede ser demostrado experimentalmente que especímenes de la misma arena, sometidos a esfuerzos cortantes después de la consolidación, con relación de vacíos e_s , primero se contraen levemente y luego se expanden de la misma cantidad de tal forma que sometidas a largas deformaciones de corte, no sufre cambios netos en volumen.

Estos especímenes también muestran un pico en la curva esfuerzo-deformación en el nivel particular de deformación donde el incremento en volumen es máximo.

El comportamiento posterior implica que, bajo las mismas condiciones de ensayo, una relación de vacíos existe ($e_s > e_s$) tal que especímenes preparados con proporción de vacíos $e > e_L$ reducen continuamente de volumen durante el ensayo. Serie de ensayos como los descritos, conducen a determinar e_L y e_s como funciones de la presión efectiva de consolidación y de ahí que se puede estructurar un diagrama similar al mostrado en la fig. 1-2 el cual será llamado diagrama de estado (Poulos, 1971). La línea e_s define la relación de vacíos crítica de Casagrande (Casagrande, 1936; Watson, 1970; Castro, 1969).

Cualquier espécimen sometida a una acción de esfuerzos cortantes empezando en condiciones representadas por un punto encima de la línea e_L , se contraerá continuamente durante el corte; un espécimen bajo condiciones del cortante representadas por un punto debajo de la línea e_L mostrará un incremento de volumen en alguna fase durante el ensayo.

Lo tratado previamente, referente a la relación entre la proporción de vacío inicial y la tendencia al cambio de volumen en suelos no cohesivos se aplica en esfuerzos monótonos de corte y en deformaciones cíclicas de larga amplitud.

Bajo perturbación por vibraciones que producen pequeña o ninguna deformación de corte, cualquier suelo no cohesivo tiende a reducir de volumen con independencia de la densidad (seminario 4.02).

Por razones ya expuestas, en dinámica de suelos estamos interesados primordialmente en el comportamiento de suelos en condiciones no drenadas. Existe una relación simple entre condiciones drenadas y no drenadas: Una contracción en condiciones de drenado implica el desarrollo de presión de poro positivamente inducida si es que el drenaje ha sido previsto, ya que la tendencia de los granos por acomodarse en estados más densos trasfiere esfuerzos de contacto entre grano y grano con agua. Inversamente, la tendencia a la dilatación durante los esfuerzos conduce a presiones de poros negativa inducida.

En suelos no cohesivos la línea e_L puede ser vista como el límite entre dos diferentes tipos de suelos cuyos comportamientos drásticamente diferentes bajo fuerzas de cortes no drenado. Encima de la línea e_L la deformación no drenada es necesariamente acompañada por una pérdida continua de resistencia que puede producir licuación, bajo la línea e_L la licuación es imposible*, ya que el suelo se endurece o sea que desarrollaría presión de poro negativa, cuando es sometido a cierto esfuerzo mayor que el cortante de falla sin considerar la trayectoria del mismo.

Se dirá que el suelo está en condiciones estables si está debajo de la línea e_L en el diagrama de estado; de otro modo está en condiciones inestables.

La línea e_L es introducida por motivos de claridad de concepto. En la práctica el límite entre el estado estable e inestable ha sido determinado por Castro (1969-1972) directamente de los resultados de las pruebas de consolidación no drenadas, en las cuales ocurrió licuación; tal línea es llamada e_f (ver 4.3). Faltaría investigar si e_f coincide con las líneas e_L .

El tratamiento de los problemas Ingenieriles, que involucran suelos estables o inestables requiere de diferentes aproximaciones, en suelos sometidos a esfuerzo de corte importantes bajo condiciones inestables, leves perturbaciones pueden conducir a la licuación, las relaciones esfuerzo-deformación no interesan y es suficiente para propósitos Ingenieriles determinar si el suelo está efectivamente en estado inestable.

Por el contrario, en suelos estables las relaciones de esfuerzo-deformación son importantes, ya que son importantes para predecir las respuestas de la estructura o diseño de la cimentación a la excitación.

En suelos finos, cohesivos, el mismo razonamiento puede seguirse, excepto que la ligazón entre las partículas se suma a la resistencia del suelo derivada de la fricción y esfuerzo efectivo. De ahí que, la licuación en estos suelos sólo es concebible bajo relaciones de vacíos suficientemente altos para menguar la resistencia cohesiva hasta un valor extremadamente bajo, esto es, a unos granos por centímetro cuadrado.

Entonces se dirá que las condiciones inestables en suelos cohesivos están definidas simplemente por $e > e_{LL}$ donde e_{LL} es la relación de vacíos correspondientes al límite líquido.

En general, $e_{LL} > e_L$ para cualquier estado de esfuerzo. Esta definición es compatible con las condiciones encontradas en los casos de deslizamiento por licuación reportados, en depósitos de arcilla (Rosenvist, 1963).

(*) El concepto de licuación de Casagrande está implícito según esto, la licuación puede definirse como un estado uniforme de deformación bajo resistencia constante, mucho menor que la mostrada por el suelo antes de la perturbación (Castro, 1969).

REFERENCIAS

Documentación básica.

1. Bishop, A.W., y Eldin, C., 1950. Undrained Triaxial Tests on Saturated Sand and their Significance in the General Theory of Shear Strength. *Geotechnique*, 2:13-32.
2. Poulos, S.I. 1971. The Stress-Strain Curves of Soils, Mimeographed Pamphlet.
3. Casagrande, A., 1936. Characteristics of Cohesionless Soils Effecting the Stability of Slopes and Earth Fills. *J. of the Boston Society of Civil Engineers*, January, pp 257-276.
4. Watson, J.D., 1970. Stress-Deformation Characteristics of Cohesionless Soil from Triaxial Compression Tests. Doctoral Thesis, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
5. Castro, G., 1969. Liquefaction of Sand. Report 81, Harvard Soil Mechanics Series, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
6. Castro, G., 1972. Liquefaction and Cyclic Mobility. Given at Aseminar on Earthquake Response of Subsoils Presented by Geotechnical.
7. Rosenquist, J.T., 1963. Considerations on the sensitivity of Norwegian quick-clays. *Geotechnique*, 3:195-200.

DOCUMENTACION, BASE DE SUGERENCIAS—COMENTARIOS—DISCUSION

1. EZIO FACCIOLLI and DANIEL RESENDIZ. "Soil Dynamics Behavior Including Liquefaction" E-15, may 1975, U.N.A.M. México
2. S. PRAKASH. "Soil Dynamics and Sismics Efectos en Foundations", VIII Cong. MMS . . . , Moscú, Rusia, 1973.
3. Sergio Covarrubias . . . "Apuntes y Nota de las Clases de Dinámica de Suelos de la División de Estudios Superiores de U.N.A.M., México, 1971.
4. J. RAUL FLORES-BERRONES. "Apuntes y Notas de las Charlas del Seminario de Dinámica de Suelos. III Congreso Nacional Mecánica de Suelos Lima, Perú-1978.
5. A. MARTINEZ VARGAS. "Enseñanzas y Reflexiones sobre Problemas Geotécnicos en el Perú", II Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Arequipa-Perú, 1978.
6. A. MARTINEZ VARGAS. "Aspectos Geotécnicos en Dinámica de Suelos", III Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Cusco-Perú, 1980, Publ. L.g.g.a. No. 92 - UNI Lima-Perú.

SUGERENCIAS

Para el mejor desarrollo del Seminario, se sugiere tratar de cubrir los siguientes aspectos:

1. Antes de un Seminario, estudiar, analizar y evaluar los conceptos, criterios que no estén claros o no se tenga conocimiento.
2. El conductor del Seminario después de un resumen breve y los aspectos básicos del tema tratado, con ayuda de tablas, cuadros, slides y ejemplos, discutirá los puntos que detecte como no claros, y/o una explicación base para estimular la discusión de los participantes que le permita proseguir independientemente en el futuro su capacitación permanente.
3. Es un requisito revisar o actualizar los conceptos, criterios principios, teorías, etc., de Geología Aplicada y Mecánica de Suelos Básica.
4. La información técnica escrita que se disponga anterior o durante el seminario, puede ser materia de discusión, así como los casos o hechos concretos que se presente formalmente.

AYUDAS

- Cuadro 1.1 . . . Suelo
Cuadro 1.2 . . . Presión de Poros . . .
Cuadro 1.3 . . . Condiciones de drenaje en problemas sísmicos. . .

- Cuadro 1.4 . . . Variables independientes.
Cuadro 1.5 . . . Selección de variables relevantes.
Fig. 1.1 Diagrama (σ_3, ϵ) Versus ϵ . . .
Fig. 1.2 Diagrama de Estado (e, DR) versus σ_3 .

LECTURA COMENTADA

En cada seminario se recomienda una lectura comentada con temas afines o complementarios de interés y actualidad. Para su análisis crítico que se designe a los seminaristas y su representación se sugiere las siguientes pautas:

- Presentar una síntesis y comentarios del trabajo asignado a máquina, doble espacio y no mayor de tres páginas.
- En el texto resaltar, los errores, omisiones, discrepancias, inconsistencia, contribución, etc.
- La experiencia propia o referida en el país, como las sugerencias y contribuciones al tema.

Obligatoria

1. "Análisis del Esfuerzo Cortante Enfoque Físico-Químico de la resistencia de los Suelos", Prof. Alberto Martínez V. Boletín L.g.g.a. No. 43-UNI-1971 Revista Informes y Memorias S.I.P. vol-a-1 Mayo-Junio 1974, No. 3

Complementaria

2. "The effects of local Soil Conditions upon Earthquake damage" VII Cong. M.M.S. . . . México-1969, Y. Ohsaki-Japón-Adaptación y Versión en Español de A. Martínez V., 1980, preparado para el Seminario.

Opcional

3. "Rheological Aspects of Soil Mechanics", Part A. by L. Sukljewiley-Interscience-1969.
4. "Soil Problems and Soil Behavior", H. Belton Seed Earthquake Engineering. Editor Prentice Hall, Inc. 1970.

ENSEÑANZAS Y REFLEXIONES EN EL PERU

1. Qué propiedades y/o Parámetros se considera como variables independientes, dependiente y constante:
 - 1.1 Para el Estado inicial del suelo.
 - 1.2 Durante el comportamiento dinámico.
 - 1.3 Reflexión sobre los errores o limitaciones al considerar una variable diferente a su verdadero estado.
 - 1.4Cuál es el parámetro más significativo
2. Uno de los mayores inconvenientes para determinar los parámetros en el campo y laboratorio es las dificultades de obtener muestras inalterables por ejemplo en arenas finas saturadas.
 - 2.1 Reflexiones sobre la posibilidad de encontrar en el campo resultados sin tomar muestra disturbada (Ensayos o Prospecciones no destructivas).
 - 2.2Cuál le parece debe ser el rango y las limitaciones de los futuros ensayos de laboratorio para complementar los resultados prácticos y empíricos de campo.
3. Qué enseñanzas y qué comentarios le merece de los suelos problemas en los últimos 50 años por los daños y efectos sísmicos en obras en el Perú.
4. Qué enseñanzas y reflexiones se pueden plantear en el Oriente Peruano parte baja (Iquitos), donde los sismólogos consideran zona de la más baja o nula sismicidad, mientras que la existencia de problemas de arenas movedizas es común y nos sugiere un

fenómeno similar a la licuación de arenas.

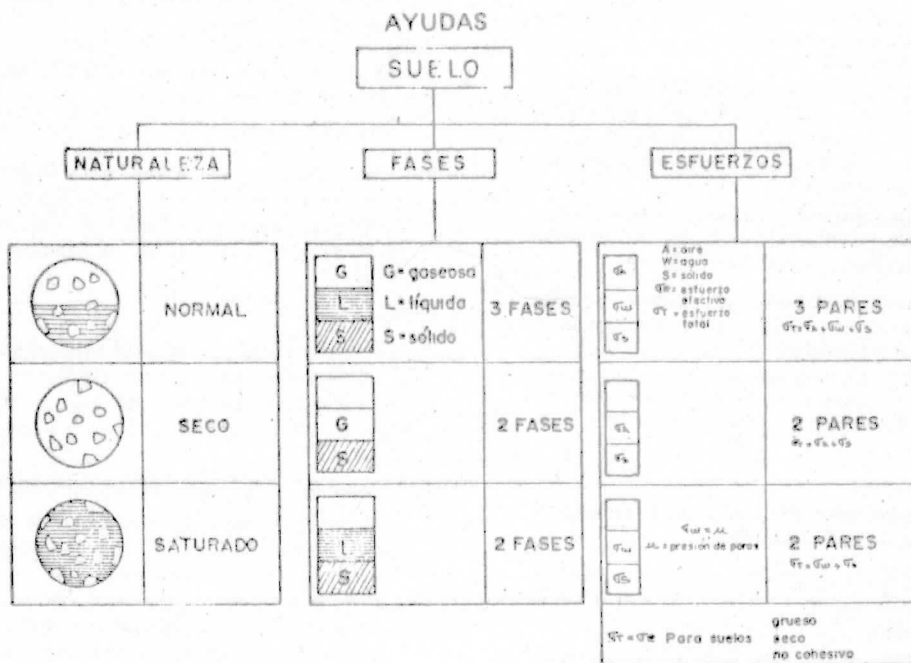
5. Plantee y mencione que otra fuente de energía puede producir vibración en el suelo diferente al sismo; y que reflexiones formularía para el estudio de Dinámica de Suelos en la Selva Peruana.

PREGUNTAS

1. Por qué es relevante determinar y conocer que una propiedad o parámetro del suelo es una variable dependiente o independiente en Dinámica de Suelos.
2. Para qué condiciones y tipos de depósitos naturales en el Perú se puede asumir que el esfuerzo total es igual al esfuerzo efectivo.
3. Gráficamente, compruebe pregunta 2
4. Cómo se considera el parámetro módulo de Poisson (μ) en Dinámica de Suelos.
5. La presión de poros (u) cómo se considera en suelos cohesivos y en suelos no cohesivos en Dinámica de Suelos.
6. Justifique y dé ejemplos para decidir ensayos de

laboratorio con control o sin drenaje en el análisis dinámico de las muestras de suelo.

7. Normalmente, se considera la presencia de agua en suelos arenosos y limos para que se produzca licuación de arenas; qué comentario crítico le merece si el fluido líquido se reemplaza por un fluido gaseoso y éste sea el aire.
8. Cómo analizaría un estudio de Dinámica de Suelos en Chimbote para las siguientes condiciones:
 - El suelo es inestable y el problema de licuación es evidente.
 - Se debe construir un edificio mayor de cinco pisos con un sótano.
9. Presente un estudio de mecánica de suelos efectuada en Chimbote y analice los resultados a la luz de los conocimientos actuales.
10. En el Perú, país sísmico se dice que sólo se conoce efectos de licuación de arenas a partir del año 1970, encuentre o analice dentro de la historia sísmica y literatura técnica publicada la descripción de este fenómeno antes de 1970.



CUADRO 1.1

PROF. A. MARTÍNEZ VARGAS - 1990

FE DE ERRATA.-

En el artículo del mismo autor, Ing. Alberto Martínez Vargas, que aparece en la página 477, titulado "Geotecnia Básica en Presas de Tierra", se omitió por error consignar la siguiente **Introducción** que va a continuación del **Sumario**, cuarto párrafo:

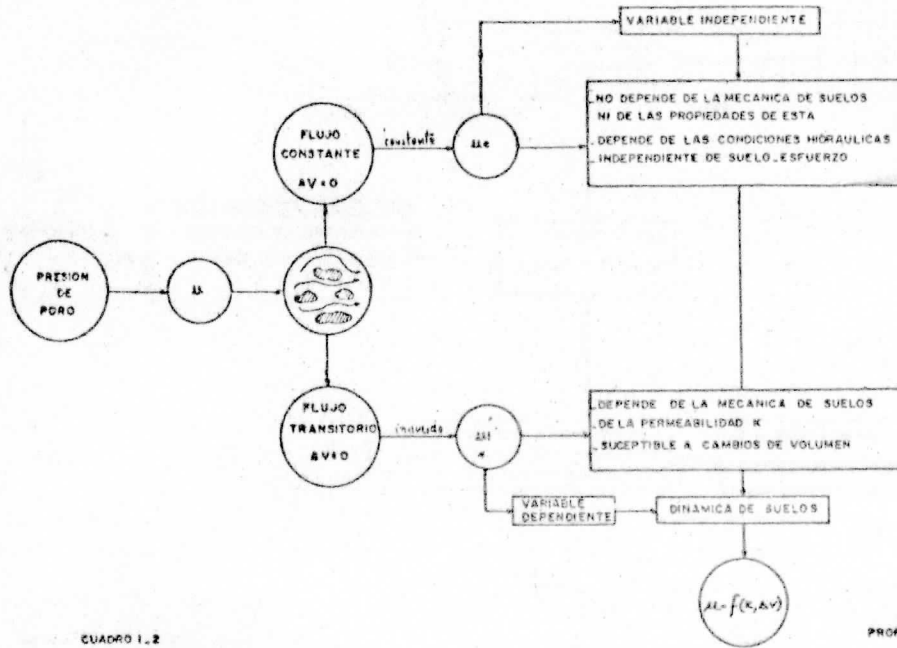
INTRODUCCION

Los aspectos geotécnicos básicos de la Ciencia de la Tierra que son necesarios para el diseño de Presas de Tierras se presentan en forma práctica, simple y resumida en cuadros que fijan los criterios y principios dentro de lineamientos que han permitido una experiencia propia y consecuente con nuestra realidad, se da especial atención a las presas pequeñas que en nuestro medio tienen características especiales tanto por las condiciones naturales, difíciles y variables como por las circunstancias que tiene

el ingeniero de desempeñarse frente a limitaciones de costo y tiempo disponible para realizar su obra.

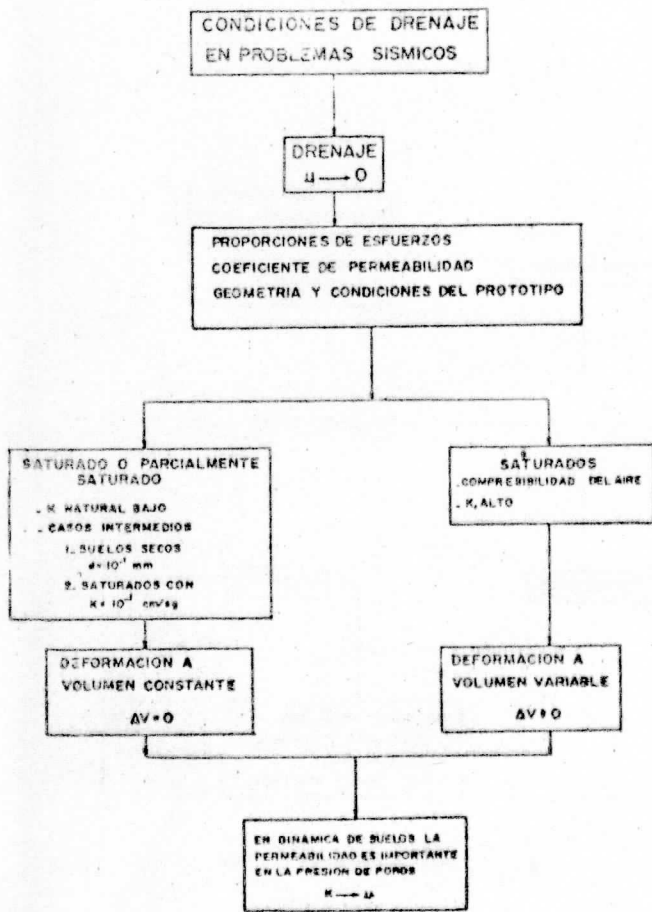
Somos conscientes que pocos son los proyectos que disponen de estudios o investigaciones adecuados y oportunos, lo normal en pequeñas presas es la ausencia de datos confiables, como la evidencia que la construcción se efectuará con equipos inadecuados y un control deficiente, han conducido al desmedro de su seguridad, finalmente constituye un peligro frente al colapso.

El profesor Marsal-1974, (6) en base a la experiencia de más de 40 años en México, afirma que "Puede realizarse bordos con el mínimo grado de seguridad que las grandes presas, siempre que se use un mínimo de tecnología desarrollada" . . . es en tal sentido y bajo el criterio geotécnico, que esperamos que nuestros colegas encuentren la solución más realista en sus diseños y en el caso de dudas, recurran al especialista.



CUADRO 1.2

PROF. A. MARTINEZ V.-1980



CUADRO 1.3

PROF. A. MARTINEZ V.-1980

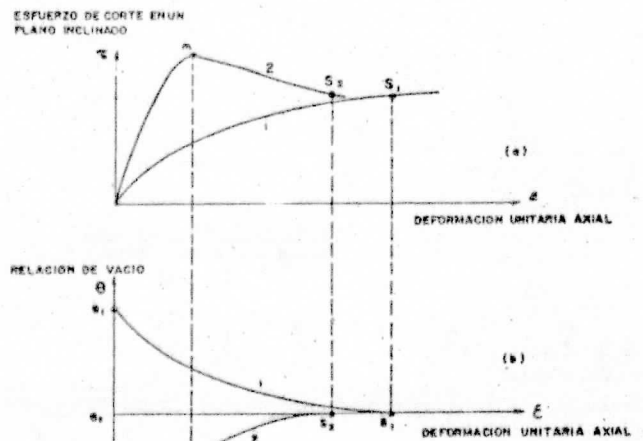


FIG. 1.1 ESFUERZO DE CORTE (a) Y CAMBIO DE VOLUMEN (b) vs. DEFORMACION UNITARIA AXIAL EN SUELO SUELTO (1) Y DENSO (2) Y ESPECIMENES, SUELO NO COHESIVO CON DRENAJE LIBRE

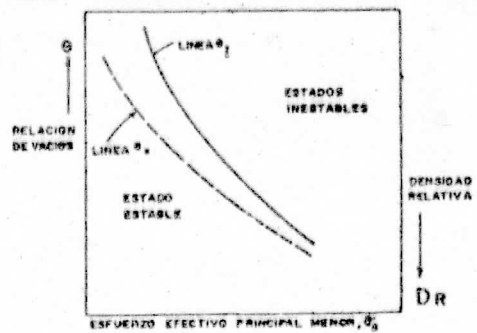


FIG. 1.2 DIAGRAMAS DE ESTADO MOSTRANDO LAS REGIONES DE ESTADOS ESTABLES E INESTABLES EN SUELOS NO COHESIVOS. LAS DOS LINEAS REPRESENTAN CONTRIBUCIONES DE e_1 Y e_2 ASOCIADOS CON ESTADOS DE DEFORMACION CONTINUA