FACULTAD DE INGENIERÍA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Maestría en Ingeniería Geotécnica - MIG
(Carrera Binacional Argentina - Alemania)

Asignatura ACMIG03:

Comportamiento Mecánico de Suelos

Suelos Colapsables

FLAVIA A. C. LORCA

Email: lorca.flavia.a@gmail.com

2024

Índice

RESUMEN 2

INTRODUCCIÓN 2

CAPÍTULO 1: TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN SUELOS COLAPSABLES EN EL TERRITORIO ARGENTINO. 3

1.1 Principales características de los suelos colapsables 3

CAPITULO 2: PROBLEMAS ASOCIADOS A SUELOS COLAPSABLES. 7

2.1: Condiciones de colapsabilidad 7

3. CAPITULO 3: ENSAYOS EN SUELOS COLAPSABLES 9

3.1 Ensayo edométrico 9

3.2 Representación de resultados: 11

CAPITULO 4: INTERPRETACIONES Y CONCLUSIONES 13

5. REFERENCIAS 13

RESUMEN

Los suelos colapsables dependen de la sequedad para su estabilidad. Sin cohesión inicial, pueden cementarse levemente y resistir en seco, pero colapsan al aumentar la humedad, disminuyendo su volumen. Argentina presenta 12 órdenes de suelos, destacando los Aridisoles, Andisoles e Inceptisoles como los más propensos al colapso. Los suelos colapsables incluyen arenas eólicas, suelos yesíferos, tobas volcánicas, aglomerados piroclásticos y loessicos, presentes en regiones áridas y semiáridas. Su estado metastable se ve afectado por enlaces débiles, tales como, capilares, puentes de partículas arcillosas, y cementación de sales y carbonatos. Los ensayos en suelos colapsables se realizan en un edómetro, donde se mide el asentamiento de una probeta de suelo saturada bajo carga vertical escalonada, permitiendo calcular la permeabilidad, el coeficiente de consolidación y el módulo edométrico. También se utiliza un edómetro con control de succión para evaluar suelos no saturados y su resistencia a la deformación. Estos problemas tienen serias implicaciones en el uso de terrenos afectados para construcciones civiles e industriales.

Palabras clave: suelo, colapso y humedad.

INTRODUCCIÓN

Los suelos colapsables, comunes en zonas áridas y semiáridas de Argentina, se caracterizan por su estructura abierta y suelta, lo que les permite cierta estabilidad en condiciones secas. Sin embargo, al entrar en contacto con agua, pueden sufrir un colapso significativo, causando asentamientos peligrosos.

Para evaluar el riesgo de colapso, se llevan a cabo ensayos edométricos que miden el comportamiento del suelo bajo carga en condiciones de saturación. Estos ensayos son esenciales para determinar propiedades mecánicas como la permeabilidad y el coeficiente de consolidación, permitiendo así estimar la peligrosidad de estos suelos. El estudio sus características es vital para garantizar la seguridad en terrenos colapsables, afectados por construcciones urbanas e industriales.

CAPÍTULO 1: TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN SUELOS COLAPSABLES EN EL TERRITORIO ARGENTINO.

1.1 Principales características de los suelos colapsables

Estos suelos, caracterizados por tener una estructura abierta y suelta, mantienen su estabilidad por el estado de sequedad de la atmósfera. Inicialmente, al ser depositados (por vía acuosa o eólica, lo que ayuda a formar dicha estructura) no tienen ninguna cohesión, pero acaban cementándose ligeramente por cristales de sulfatos o por rellenarse sus huecos con partículas más finas, lo que les da, en seco, una resistencia apreciable. Estos suelos, geotécnicamente metaestables, tienen un comportamiento que varía según el contenido de humedad. Al aumentar ésta, la estructura inicial puede ser destruida, produciéndose una importante disminución de volumen aparente (colapso) y el consiguiente asiento (González de Vallejo,2002).

Para poder hablar de la distribución de estos suelos en el territorio argentino, se debe entender su ambiente de formación. La Taxonomía de Suelos consta de seis niveles, desde el Orden hasta la Serie, y reconoce 12 Órdenes a nivel mundial. Esta clasificación se basa en propiedades medibles (clima y temperatura) y características morfológicas. Argentina presenta una notable diversidad de suelos, pertenecientes a los 12 Órdenes (Fig.1), (Pereyra,2011).

En la figura 2 se pueden observar las distintas características, texturas y tipos de suelos colapsables de los 12 órdenes presentes en la argentina, haciendo principal hincapié en los tipos colapsables. destacándose que los suelos con probabilidad de colapso se encuentran contenidos dentro de los órdenes Aridisoles, Andisoles y Inceptisoles, a su vez, dentro de ellos existen subórdenes con distintos grados de riesgos de colapso asociado (fig 3).

Dentro de los aridisoles, los subórdenes Salides y Gypsides son los de mas alto potencial de subsidencia, mientras que dentro de los andisoles, los gleys son los mas propensos. En comparación entre los tres órdenes, los **inceptisoles** son los más peligrosos desde este punto de vista (carecen de suborden). Estos últimos, son los más abundantes de los suelos colapsables, tiene por lo general un perfil de escaso desarrollo (horizonte B débilmente desarrollado), esto se debe a que se los encuentra en áreas de transición y jóvenes (escaso tiempo de acción de los procesos edafogénicos). Se caracterizan por tener textura variable, franco a franco arcilloso, se componen principalmente de loess, formando los suelos loessicos. Están asociados a vegetación variada (estepa, selva, bosque). Los **aridisoles** son suelos de zonas áridas a semiáridas, poseen horizontes de acumulación de sales (salinides), carbonato o yeso (gypside) y bajo contenido de materia orgánica, y predominancia de granulometrías gruesas con texturas franco arenosos a arenoso. Las vegetaciones asociadas son de estepa arbustiva o mixta. Los **andisoles** son originados de cenizas volcánicas y materiales piroclásticos (material que viaja grandes distancias en suspensión). Poseen texturas franco a franco-arcilloso, permeable, poco densa. Se encuentran en climas

húmedos y fríos, en áreas de alto relieve como laterales de valles glaciares y morenas. La vegetación a la cual se suelen asociar es de bosque (Fig. 2 y 3).

En la figura 4 se pueden ver los tipos de suelo clasificados desde el punto de vista textural que presentan características colapsables. Las arenas eólicas se encuentran conformando geomorfologías típicas de zonas áridas a semiáridas como dunas o mantos arenosos y se localizan comúnmente en la Patagonia Extraandina y el NOA. Otros suelos típicos de estos ambientes áridos y semiáridos son los suelos yesíferos, estos se concentran en cuencas evaporíticas cerradas, lagos salinos con altas tazas de evaporación, dando lugar a la formación de mesetas yesiferas y costras salinas en acantilados y dunas. También se los encuentra en el NOA y La Patagonia Extraandina. Las tobas volcánicas y los aglomerados piroclásticos se forman a partir de partículas menores a 2 mm, las cuales pueden viajar grandes distancias por acción del viento en condiciones atmosféricas condicionadas por la erupción. Su depositación y acumulación dan como resultado geomorfologías típicas de ambientes volcánicos como mesetas volcánicas y mantos de cenizas estratificados. Estos suelos son típicos de los Andes patagónicos. Otros suelos finos, pero de diferente ambiente a los anteriores, son los loessicos. El loes, tiende a depositarse en mantos luego de ser transportado en suspensión por acción eólica. Estos suelos son comunes en ambientes áridos a semiáridos, se los encuentra en los Andes Patagónicos, Sas. Subandinas, Islas Malvinas y Sas. Pampeanas. Todos estos suelos son propensos al colapso al entrar en contacto con el agua, la cual produce lixiviación, disolución y saturación del material fino rompiendo rápidamente su estructura interna.

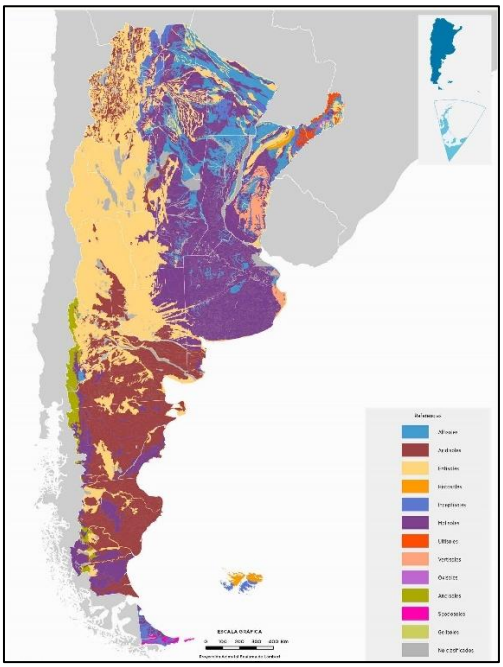


Fig.1: distribución de ordenes taxonómicos de la República Argentina (ANIDA,2007).

Orden de Suelo	Textura Típica	Características	Suelo colapsable
Molisoles	Franco, Franco limoso	Suelos fértiles y ricos en materia orgánica,	
Aridisoles	Franco arenoso, Arenoso	Suelos de zonas áridas, baja retención de agua (elevada lixiviación). Poseen horizontes de acumulación de sales, carbonato o yeso dentro del perfil. Vegetación de estepa arbustiva o mixta.	Arenas Eólicas, Limos Yesíferos
Entisoles	Variable (Arenoso a Franco)	Suelos poco desarrollados, presentes en áreas montañosas y aluviales.	
Alfisoles	Franco arenoso, Franco arcilloso	Suelos con horizonte de acumulación de arcillas, alta fertilidad.	
Histosoles	Variable, principalmente orgánico	Suelos formados por materia orgánica, típicos de áreas húmedas.	
Gelisoles	Variable, frecuentemente Arcilloso	Suelos que permanecen congelados gran parte del año, en regiones frías.	
Andisoles	Franco, Franco arcilloso	Originados de cenizas volcánicas y materiales piroclásticos. Texrura gruesa, permeable, poco densa. Se encuentran en climas húmedos y fríos, en áreas de alto relieve. Vegetación de bosque	Tobas Volcánicas, principalmente blancas pop lixiviación.
Vertisoles	Franco arcilloso, Arcilloso	Suelos que se expanden y contraen con la humedad, propensos a grietas.	
Oxisoles	Franco arenoso, Franco limoso	Suelos altamente lixiviados, comunes en regiones tropicales y subtropicales.	
Ultisoles	Franco arcilloso, Arcilloso	Suelos viejos y lixiviados, generalmente menos fértiles que los Alfisoles.	
Spodosoles	Franco arenoso	Suelos ácidos con acumulación de materia orgánica y hierro.	
Inceptisoles	Variable (Franco a Franco arcilloso)	Suelos jóvenes con desarrollo moderado, presentes en diversas condiciones climáticas. Suelos en ecotonos y zonas montañosas. Pueden formarse en diversos materiales, generalmente pedregosos, y están asociados a vegetación variada (estepa, selva, bosque).	Suelos Loésicos

Fig.2: Principales ordenes taxonómicos de la república argentina

Orden de Suelos	Suborden	Características Principales	Riesgo de Colapso
Aridisoles	**Calcides**	Suelos con acumulación de carbonatos (cálcicos o petrocálcicos); horizonte superficial arenoso; comunes en zonas áridas y semiáridas.	**Bajo**; generalmente estables, pero pueden colapsar si se saturan de agua.
	Argides	Suelos con horizonte de acumulación de arcillas; mayor desarrollo; relacionados con áreas más estables.	**Moderado**; colapso es poco probable, pero puede suceder en condiciones específicas.
	Salides	Suelos con acumulación de sales solubles, especialmente cloruros; suelos de alta salinidad; localizados en zonas muy áridas.	**Alto**; susceptibles a colapso al perder agua.
	Cambides	Suelos con un horizonte cámbico (Bw); menos desarrollados; en áreas áridas y semiáridas, con un leve enriquecimiento de arcilla.	**Moderado**; puede sufrir colapso bajo condiciones de humedad.
	Gipsides	Suelos con acumulación de yeso (gípsicos o petrogípsicos); a menudo en terrazas fluviales antiguas; propensos a fenómenos de disolución.	**Alto**; pueden colapsar debido a la disolución del yeso cuando se humedecen.
Andisoles	**Tepes**	Suelos muy influenciados por la ceniza volcánica; gran capacidad de retención de agua; alta fertilidad.	**Bajo**; sin embargo, pueden ser inestables si hay alteraciones en el contenido de humedad.
	Andic	Suelos formados en materiales volcánicos; presencia de alofanas; propiedades que permiten conservar nutrientes.	**Bajo**; estables, pero el colapso puede ocurrir si se someten a cargas excesivas.
	Gleys	Suelos andisólicos en ambientes húmedos; presentan condiciones de saturación permanente o temporaria.	**Moderado a alto;** riesgo de colapso en condiciones de saturación prolongada.
Inceptisoles	**Variantes**	Suelos con un perfil de desarrollo poco profundo; contienen un horizonte B débilmente desarrollado; generalmente en áreas de transición y jóvenes.	**Alto**; pueden colapsar si hay cambios en el contenido de humedad o carga.

Fig.3: Subórdenes taxonómicos de suelos colapsables. Potencial de riesgo de colapso: R: Alto potencial de colapso; N. moderado a alto; A: moderado; B: Bajo (adaptado de Pereyra, 2011).

Tipo de Suelo	Composición Granulométrica	Agente de transporte	Ambiente Geológico	Geoforma asociada	Ubicación geografica	Potencial de colapso
Arenas Eólicas (suelos residuales arenosos).	Partículas de tamaño entre 2 mm a 0,02 mm.	transportadas por el viento.	Ambientes áridos a semiáridas (Desiertos-Playas).	Dunas, matos de arenas.	Patagonia Extraandina y en el NOA.	Altamente susceptibles al colapso al humedecerse.
Limos Yesíferos	Partículas finas entre 0,02 mm a 0,006 mm.	Viento, agua, glaciares, gravedad y actividad biológica.	Ambientes áridos a semiáridos (Desiertos). Evaporíticas (cuencas cerradas > taza de evaporación). Lacustres (lagos salinos > taza de evap.)	Mesetas yesíferas, acantilados y taludes. Dunas.		Colapso significativo en condiciones de humedad debido a la disolución del yeso.
Tobas Volcánicas y aglomerados piroclásticos.	Partículas < 2 mm.	transportadas por el viento.	Ambiente volcánico (asociado a erupciones explosivas).	Mesetas volcánicas. Mantos de cenizas estratificados.	Andes Patagónicos	Muy porosas y propensas al colapso bajo cambios de contenido hídrico.
Suelos Loessicos	< 0,2 mm (arena fina, limo y arcilla).	Viento (suspensión)	Ambientes áridos a semiáridas. Cuencas sedimentarias cerradas. Llanuras.	Mantos extensos de loess	Andes Patagónicos, Sas. Subandinas, Islas Malvinas y regiones húmedas de las Sierras Pampeanas.	Muy susceptibles al colapso al saturarse

Fig. 4: Suelos colapsables: texturas, agentes de transporte, ambientes, morfología, ubicación geográfica y facilidad de colapso.

CAPITULO 2: PROBLEMAS ASOCIADOS A SUELOS COLAPSABLES.

2.1: Condiciones de colapsabilidad

Los suelos colapsables, caracterizados por su estructura sin cohesión, mantienen su estabilidad en condiciones secas, pero pueden experimentar un colapso significativo al saturarse con agua. Este fenómeno puede resultar en una disminución del volumen aparente y asentamientos peligrosos (fig.5).

Algunos de los principales problemas originados en este tipo de suelos se enlistan en la figura 6:



Fig. 5: Construcción sobre suelos colapsables.

Problemática	Consecuencia
Arrastre de partículas por agua	Una extrema lixiviación puede hacer que la estructura inicial puede ser destruida, produciéndose un colapso y el consiguiente asentamiento.
Zonas superficiales encostradas	el colapso y arrastre, y disolución de los iones sulfatos, se dan por debajo de la superficie, formándose cuevas o simas que acaban cediendo al romperse las costras superficiales.
Procesos de disolución	se producen disoluciones en los sulfatos y carbonatos, con grandes reducciones de volumen y arrastre de las partículas.
Rellenos antrópicos no compactados,	Se origina una estructura débil en la que el agua queda en los contactos entre partículas formando meniscos (dan resistencia por diferencia de presión aire-agua). La saturación en agua elimina los meniscos, disminuye las fuerzas intergranulares y provoca fuertes colapsos.

Fig. 6: Principales problemáticas de suelos colapsables y sus consecuencias (adaptada de González de vallejo,2002).

Rogers (1995) cita como características típicas, de la mayoría de suelos colapsables, las siguientes:

- Estructura abierta y macroporosa.
- Indice de vacios relativamente alto a muy alto.
- Baja densidad seca.
- Provienen de depósitos relativamente jóvenes recientemente alterados.
- Alta sensibilidad y baja fuerza de enlace entre las partículas.

Un suelo colapsable se encuentra en estado metastable debido a que la empaquetadura de sus partes constituyentes es abierta, las partículas están unidas entre sí por fuerzas o materiales cementantes que son susceptibles a ser anulados o reducidos cuando aumenta

el contenido de humedad del suelo, siendo esta la principal razón por la que, cuando ocurre el colapso se forma una empaquetadura cerrada de volumen considerablemente menor, como se observa en la Figura 7.

Los enlaces entre partículas del suelo pueden ser de varios tipos:

Enlaces Capilares: presentes en limos y arenas, donde el agua forma meniscos que rigidizan las partículas. Al aumentar la saturación, estos enlaces pueden desaparecer, aumentando el riesgo de deslizamientos.

Puentes de Partículas Arcillosas: unen entre sí partículas mayores de limo, arena o arcilla. Las partículas de arcilla que forman los puentes pueden ser de origen diferente, pueden haber sido transportadas por el agua, o estar allí desde la formación del suelo, o ser autogenéticas por acción del agua intersticial sobre los feldespatos existentes. Estos puentes de arcillas pueden desaparecer o cambiar su estructura con la llegada del agua.

Cementación: formados por el arrastre de sales, generalmente calcáreas, que se precipitan en los huecos que dejan las partículas de arena. Si posteriormente estos suelos son sometidos a un lavado permanente, las sales pueden disolverse desapareciendo los ensalces y causando así una reordenación de la estructura.

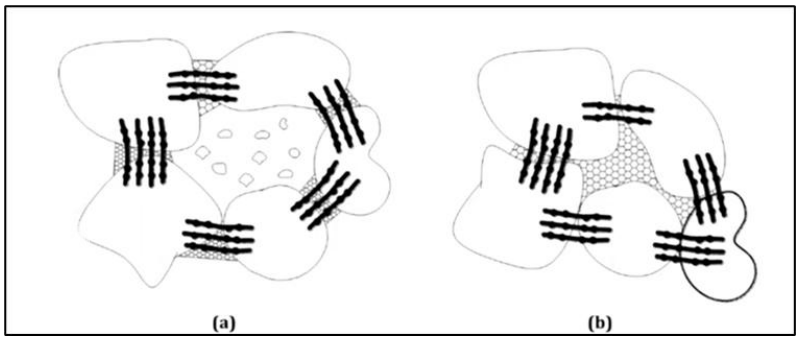


Fig.7: Mecanismo de colapso de una arena colapsable. (a) Estructura de suelo cargada antes de la inundación; (b) Estructura de suelo cargada después de la inundación (Rogers, 1995).

3. CAPITULO 3: ENSAYOS EN SUELOS COLAPSABLES

3.1 Ensayo edométrico

Para caracterizar la peligrosidad de estos suelos se utiliza el peso específico seco aparente y los ensayos de colapso. Estos ensayos se realizan en el edómetro sometiendo a las muestras a una carga determinada y midiendo el asiento tras la inundación de dicha muestra (fig.8). Para este ensayo se asumen ciertas condiciones:

- La compresión del suelo es unidimensional producido por el flujo de agua.
- La variación del volumen tiene su origen en la disipación del exceso de presión de poros.
- El coeficiente de consolidación y permeabilidad se mantienen constantes a lo largo del intervalo estudiado.

El edómetro consiste en un anillo rígido de acero en cuyo interior se coloca la probeta de suelo, habitualmente extraída de una muestra inalterada. En la parte inferior y superior de

la probeta se colocan unas piedras porosas que permiten el drenaje del agua contenida en el suelo. El conjunto se introduce en una célula, que se llena de agua para mantener en todo instante las condiciones de saturación completa. Sobre la piedra porosa superior se coloca una placa rígida y en su centro se aplica una carga vertical. Esta carga se va aumentando en escalones, normalmente cada escalón duplica la carga anterior, y se mide lo que se comprime o asienta la probeta de suelo en cada uno de ellos. La rigidez del anillo que contiene la muestra impide las deformaciones laterales e impone condiciones de compresión unidimensional. Posteriormente, a medida que el exceso de presión de poros se va disipando al producirse el drenaje a través de las piedras porosas, las tensiones efectivas aumentan y el suelo se comprime (consolida). En un ensayo edométrico cada escalón de carga se ha de mantener el tiempo suficiente como para asegurar que el proceso de consolidación se ha completado, lo que en general suele lograrse con intervalos de unas 24 horas (Gonzales de Vallejo, 2002), (Fig.9).

Para cada escalón de carga se realizará una curva de consolidación, de la siguiente manera:

- En primer lugar, se anotará la lectura de formación que corresponde a la final del escalón anterior y se pone el cronómetro en cero. Luego se añaden el peso necesario para la aplicación del siguiente escalón de carga, a la vez que se pone en marcha el cronómetro.
- Se tomarán las lecturas de consolidación según una secuencia de tiempos elegida dentro de las 24 horas (por ejemplo, cada 6 hs: 6,12,18 y 24 hs).
- Se anota la última lectura de consolidación a las 24 horas. Esta será la lectura final de este escalón y la lectura inicio del siguiente escalón de carga.
- Una vez tomada la lectura, se añadirá el peso correspondiente al siguiente escalón de carga. Y así se procede hasta terminar el proceso.
- Una vez finalizado el proceso de carga se inician el de descarga partiendo del valor de la presión de consolidación correspondiente al último escalón. En el proceso de descarga, al igual que en la etapa de carga, se toman las lecturas cada 24 horas, y se quitaran los pesos que correspondan (los mismos a la etapa de carga).
- La célula se desmonta y se pesa el conjunto probeta más el anillo y se anota (suelo más agua). Al final del ensayo se pesa un plato para depositar la muestra en estufa durante 24 horas.
- Una vez saca se deja enfría y se pesa el conjunto anillo más suelo más plato, se le resta el peso del plato y se obtiene el peso seco.

Grado de colapso	Peso específico seco (kN/m³)	Potencial de colapso (%) (*)
Bajo	> 14,0	< 0,25
Bajo a medio	12,0-14,0	0,25-1,0
Medio a alto	10,0-12,0	1,0-5,0
Alto a muy alto	< 10,0	> 5,0

Fig.8: criterios de colapsabilidad (tomado de Gonzales de Vallejo,2002).

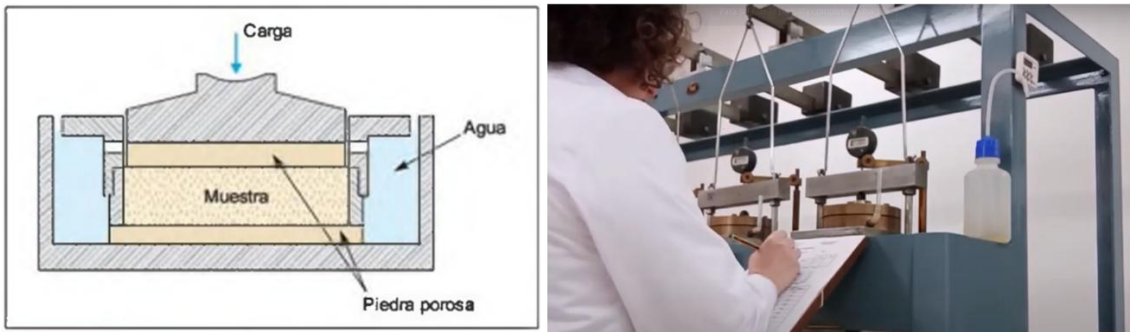


Fig 9: células edométricas.

3.2 Representación de resultados:

Su representación se realiza llevando en ordenadas las ***deformaciones verticales unitarias (%) o los índices de poros sucesivos***, y en abscisas las ***tensiones efectivas verticales*** de cada escalón (Fig.10).

Dado que lo que realmente se mide es la **compresión vertical AH** de una pastilla de suelo de **espesor inicial H_0**, para determinar el índice de poros tras cada escalón de carga se hace uso de la siguiente relación:

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \quad \Rightarrow \quad e = e_0 - \frac{\Delta H}{H_0}(1 + e_0)$$

Donde ***e_0 es el índice de poros inicial de la muestra.***

Mediante la curva de asentamiento-tiempo se obtienen los parámetros (fig.11):

1. **Permeabilidad**
2. **Coeficiente consolidación** (relaciona la tasa de consolidación de un suelo con su capacidad para drenar el exceso de presión de poros, determinando la rapidez con la que un suelo experimenta asentamiento bajo carga.).
3. **Módulo edométrico** (mide la rigidez de un suelo en condiciones de consolidación unidimensional. Refleja la relación entre la presión aplicada y el asentamiento resultante).

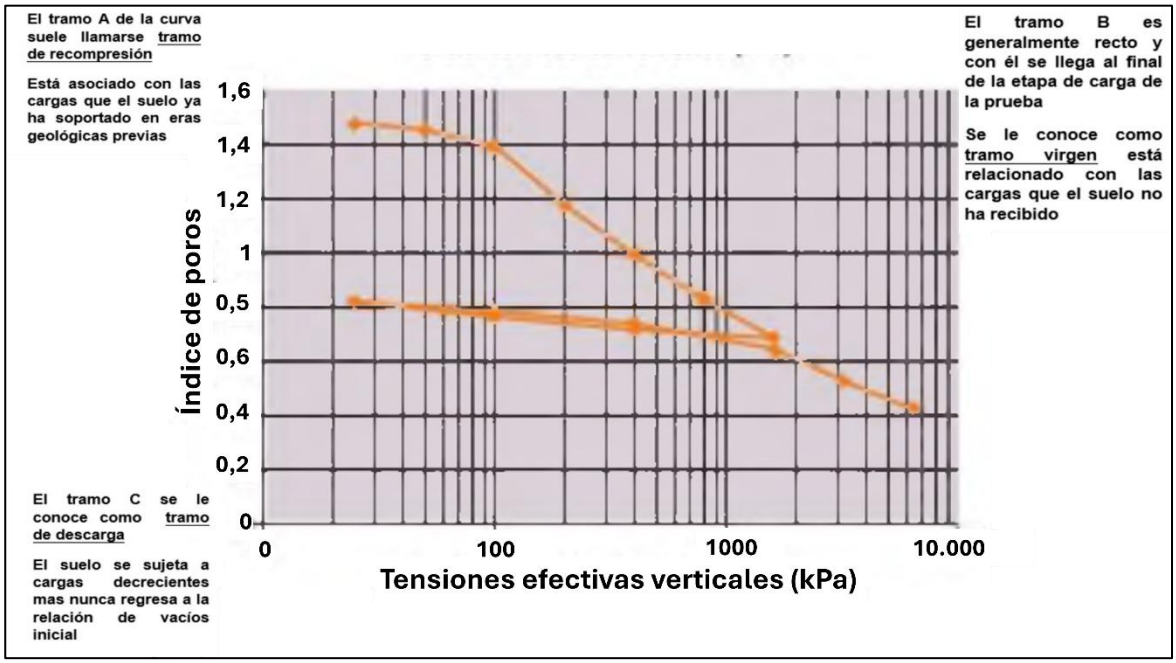


Fig.10: Representación de un ensayo edométrico.

1. Coeficiente de Permeabilidad (k)	2. Coeficiente de Consolidación (C_v)	3. Módulo Edométrico (E_o)
El coeficiente de permeabilidad se puede determinar mediante la ley de Darcy. La fórmula es la siguiente: $$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot \Delta h \cdot t}$$	El coeficiente de consolidación está relacionado con la permeabilidad y el módulo de compresibilidad del suelo. La fórmula es: $$C_v = \frac{k}{g \cdot \gamma_w}$$	El módulo edométrico se relaciona con la relación entre la presión aplicada y el asentamiento. En un ensayo edométrico, se puede expresar como: $$E_o = \frac{\Delta \sigma}{\Delta h / h}$$
Donde: kk = coeficiente de permeabilidad (m/s) QQ = volumen de agua que atraviesa el área AA durante el tiempo tt (m^3) LL = longitud del camino de flujo (m) AA = área a través de la cual fluye el agua (m^2) ΔhΔh = diferencia de carga hidráulica (head) (m) tt = tiempo (s)	**Donde:** CvCv = coeficiente de consolidación (m^2/s) kk = coeficiente de permeabilidad (m/s) gg = aceleración de la gravedad (aproximadamente 9.81 m/s^2) γwγw = peso específico del agua (kN/m^3), comúnmente considerado como 9.81 kN/m^3 para agua.	**Donde:** EoEo = módulo edométrico (kPa o MPa) Δσ$\Delta\sigma$ = cambio en la presión efectiva (kPa) ΔhΔh = cambio en la altura (asentamiento) (m) hh = altura inicial del suelo antes del asentamiento (m)

Fig.11: Parámetros a obtener con el ensayo edométrico.

Un ensayo edométrico estándar se realiza en condiciones de carga unidimensional, donde se mide el asentamiento de una muestra de suelo bajo presión. En contraste, el **ensayo edométrico con succión** incluye mediciones de la succión del suelo y permite evaluar cómo el agua en los poros afecta el comportamiento del suelo, proporcionando información adicional sobre la resistencia del suelo a la deformación bajo diferentes condiciones de humedad. El edómetro neumático con control de succión se diseñó y construyó en los

laboratorios de Geotecnia de la U.P.C. (Universidad Politécnica de Cataluña). Se basa en el diseño de los edómetros con control de succión utilizados por Balmaceda (1991), Yuk Gehling (1994) y Romero (1999). El nuevo edómetro permite ejecutar ensayos edométricos sobre muestras de suelo no saturadas, controlando la succión matricial o total durante todo el ensayo. La succión matricial se controla mediante la aplicación de la técnica de traslación de ejes y la succión total con la técnica de equilibrio de vapor.

CAPITULO 4: INTERPRETACIONES Y CONCLUSIONES

- Los suelos colapsables, caracterizados por su estructura abierta y suelta, muestran una estabilización inicial en condiciones secas, pero sufre un colapso significativo al aumentar la humedad, lo que resulta un asentamiento considerable.

- En Argentina, los suelos colapsables pertenecen a varios órdenes, siendo los Aridisoles, Andisoles e Inceptisoles los más relevantes, con subórdenes específicos que presentan diferentes niveles de riesgo de colapso, lo que destaca la importancia de comprender su clasificación y ambiente de formación.

- Los suelos como Arenas Eólicas, Limos Yesíferos, Tobas Volcánicas y Suelos Loésicos son altamente susceptibles al colapso al humedecerse, sobretodo en regiones como la Patagonia Extraandina, los Andes Patagónicos y áreas del NOA, , lo que resalta la necesidad de una gestión cuidadosa en ambientes áridos y semiáridos.

- La variabilidad en la humedad afecta significativamente la estabilidad de estos suelos, lo que es crucial realizar estudios geotécnicos previos a la construcción en zonas con suelos colapsables, para evitar asentamientos inesperados y daños estructurales.
- Los ensayos en suelos colapsables, realizados mediante un edómetro, son importantes para evaluar su comportamiento bajo carga y determinar su peligrosidad al medir el asentamiento tras la saturación y la aplicación de carga. Estos ensayos aseguran condiciones de compresión unidimensional y permiten caracterizar adecuadamente las propiedades mecánicas del suelo, lo que es esencial para garantizar la estabilidad en obras de ingeniería civil.

5. REFERENCIAS

ANIDA. (2007). Atlas Nacional Interactivo de Argentina.

Balmaceda, A.R. (1991). Suelos compactados. Un estudio teórico y experimental. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya.

Gonzalez de Vallejo, L. (2002). Ingeniería Geológica. 715 págs. Madrid, España.

Bucio, Mauricio B. (2004). Estudio experimental del comportamiento hidromecánico de suelos colapsables. IMT, México.

Pereyra, Fernando X. (2011). *Suelos de la Argentina*. Ed. INTA-SEGEMAR-AACS, 178 págs. Buenos Aires.

Rogers, C. D. F. (1995). Types and distribution of collapsible soils. In Proceedings of NATO Advance Workshop on Genesis and Properties of Collapsible Soils (eds Derbyshire, E., Dijkstra, T. and Smalley, I. J.). Loughborough, April 1994, pp. 1–17

Romero, E. (1999). Thermo-hydro-mechanical behaviour of unsaturated Boom clay: an experimental study. Ph. D. Thesis, Technical University of Catalunya, Barcelona.

Yuk Gehling, W.Y. (1994). Suelos expansivos: estudio experimental y aplicación de un modelo teórico. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya.