

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRIA DE GEOTÉCNIA APLICADA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

AUTOR

Ing. Katherine Daniela Flores Revilla

TUTOR

Ing. Alejandro Irigoyen,

QUITO DM, AGOSTO DE 2024

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1.1. Justificación.....	4
1.2. Planteamiento del Problema.....	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivo específico	5
1.4. Metodología	6
1.5. Alcance.....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1. Propiedades y características físicas de los Suelos Cohesivos.....	8
2.2. Límites de Atterberg.....	10
2.2.1. Límite Líquido	11
2.2.2. Límite Plástico	13
2.2.3. Límite de Contracción.....	13
2.3. Consolidación.....	14
2.3.1. Clases de Consolidación:	14
2.3.2. Ensayo de Consolidación	16
2.3.3. Índice de Compresibilidad	17
2.3.4. Compresibilidad y Asentamientos de los suelos.....	19

2.3.5. Curvas de compresibilidad.....	21
OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	28
3.1. Trabajos in situ.....	28
3.1.1. Toma de muestras inalteradas.....	28
3.2. Ensayos de Laboratorio.....	31
CONCLUSIONES:.....	49
RECOMENDACIONES.....	51

INTRODUCCIÓN

Uno de los limitantes más comunes al momento de predecir asentamientos en proyectos con presupuesto o tiempo reducido suele ser el ensayo de consolidación, en donde además se requiere de equipos y personal especializado para su realización. Por otro lado, existe bibliografía a nivel mundial que presenta correlaciones a los parámetros de consolidación, sin embargo, poco se conoce de su aplicabilidad en nuestro medio.

Mediante la formulación de correlaciones entre los coeficientes de compresibilidad, coeficiente de recarga y límite líquido se busca obtener una herramienta de cálculo y diseño semejante a la realidad de los suelos de nuestro país.

En esta investigación mediante una publicación a una revista indexada se busca que la comunidad académica y profesional del país cuente con un mecanismo que le permita determinar asentamientos de una manera rápida y con cierta confiabilidad cuando los recursos para la realización de ensayos o el tiempo son un limitante.

El no contar con correlaciones propias del medio nos llevan a utilizar fórmulas alejadas a la realidad del país y que pueden resultar muchas veces en sobredimensionamiento de obras o en el peor de los casos en obras deficientes.

La compresibilidad en los suelos es determinada a través del grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga, en el caso de los suelos cohesivos (suelos de grano fino) este efecto no es para nada despreciable y puede conllevar asentamientos bastante pronunciados a largo plazo los cuales sino fueron debidamente calculados pueden ser un determinante en el colapso de estructuras.

En esta investigación se establece la correlación entre el límite líquido, el índice de compresibilidad y coeficiente de recarga para los suelos de la zona de la Unión de Esmeraldas otorgando así a la comunidad profesional y académica de la región una herramienta rápida y preliminar para la determinación de asentamientos en suelos de características semejantes.

1.1. Justificación

La investigación propuesta representa un elemento de gran importancia en la estimación de índices de compresibilidad de mayor certidumbre y precisión puntualizada a suelos cohesivos de la zona de la Unión de Esmeraldas.

La alta demanda de tiempo requerido para el desarrollo de un ensayo de consolidación necesario para la obtención del índice de compresibilidad ha conllevado a que varios autores determinen correlaciones de éste parámetro basados en propiedades de fácil obtención tales como índice líquido, relación de vacíos o contenido de humedad; éstas correlaciones son utilizadas en nuestro medio para el diseño de estructuras de cimentación pues determinan valores de asentamientos aproximados en suelos cohesivos cuando no se cuenta con los ensayos respectivos ya sea por la limitante de tiempo o recursos.

Las correlaciones se determinan tomando en cuenta la región del sitio de estudio y son de gran utilidad en la toma de decisiones durante la etapa de diseño ; actualmente en el país no se cuenta con correlaciones determinadas para nuestros suelos y que por tanto arrojen valores de diseño más cerca de nuestra realidad; partiendo de esto este trabajo de investigación busca determinar correlaciones entre los coeficientes de recarga, límite de compresibilidad y límite líquido para la zona de La Unión de Esmeraldas con el fin de proporcionar una herramienta práctica a la

comunidad profesional y académica que permitan realizar un análisis preliminar con condiciones de suelo de la región esto sin sustituir los análisis y ensayos de laboratorio necesarios para un análisis y diseño definitivo.

1.2.Planteamiento del Problema

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar ecuaciones de correlación entre los coeficientes de recarga, límite de compresibilidad y límite líquido de suelos cohesivos para la zona de La Unión de Esmeraldas, región costa.

1.3.2. Objetivo específico

1.3.2.1.Analizar la información existente de los suelos cohesivos en la región costa referente a compresibilidad y recarga.

1.3.2.2.Realizar ensayos de laboratorio en muestras de suelo que permitan determinar las propiedades de los suelos cohesivos de la zona de La Unión de Esmeraldas.

1.3.2.3.Estudiar los índices de compresibilidad, recarga y límite líquido de los suelos cohesivos de la zona de La Unión de Esmeraldas.

1.4. Metodología

Mediante un análisis teórico práctico, basado en la toma de 10 muestras de suelo inalteradas en diferentes sectores de la zona de la Unión de Esmeraldas se proporcionarán ecuaciones que correlacionen el límite líquido con los índices de compresibilidad y recarga, para lo cual las muestras serán sometidas a ensayos de granulometría SUCS, límites de Atterberg y ensayo edométrico.

Además de los ensayos descritos dentro de las técnicas de investigación utilizadas en el desarrollo del presente están las siguientes:

- Análisis documental y revisión de la literatura existente.
- Desarrollo del diseño de investigación
- Recolección, discretización y análisis de datos y resultados.
- Generación de correlaciones y curvas basados en los resultados obtenidos.

La investigación será desarrollada en 3 etapas:

ETAPA I: Trabajos de campo.

En esta etapa se extrajeron 10 muestras inalteradas en diferentes sectores de la zona de La Unión de Esmeraldas, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas con el fin de someterlas a ensayos de clasificación SUCS, límites de Atterberg y ensayo de consolidación (edométrico).

ETAPA II: Ensayos de laboratorio.

La caracterización de las muestras de suelos extraídas se realiza en los laboratorios de mecánica de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), los ensayos fueron desarrollados bajos las normativas siguientes:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Límites de Atterberg

Norma ASTM D4318.- Los métodos estándar de ensayo para Límite Líquido, Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.

- Clasificación de suelos SUCS

Norma ASTM D2487.- Los métodos estándar para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema de Clasificación Unificada de Suelos)

- Consolidación unidimensional de los suelos.

Norma ATM D 2435.- Métodos de Prueba Estándar para propiedades de suelos consolidados unidimensionalmente usando incrementos de carga.

ETAPA III: Análisis de Datos y Resultados

A través de los resultados obtenidos en laboratorio se procede a determinar correlaciones entre el límite líquido y los coeficientes de compresibilidad y recarga para suelos cohesivos de la zona de la Unión de Esmeraldas, provincia de Esmeraldas.

1.5. Alcance

El alcance de esta investigación se limita a proporcionar ecuaciones de correlación entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

A través de la toma de muestras inalteradas en campo y su posterior tratamiento en laboratorio para la determinación de su caracterización y ensayos se establecerán ecuaciones que relacionen el límite líquido y el coeficiente de compresibilidad lo cual proporcionará un aporte significativo para la ingeniería en el país y de gran utilidad para diseños en suelos de características similares de la costa ecuatoriana.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Propiedades y características físicas de los Suelos Cohesivos

En geotecnia el término suelos cohesivos hace referencia a aquellos suelos de grano fino conformados por partículas diminutas y arcilla suficiente para permitir que el suelo se adhiera a sí mismo; un ejemplo son los limos y arcillas; éstos atraviesan el tamiz No. 200 (0.075 mm de abertura).

Otro criterio en el cual se basa su clasificación es la plasticidad, así el término *limoso* es utilizado para suelos cuya plasticidad varía entre 0 y 10, mientras que el término *arcilloso* refiere a suelos cuya índice de plasticidad es mayor de 11. El límite líquido y el índice de plasticidad son parámetros importantísimos en la clasificación de los suelos de grano fino.

Los suelos cohesivos al ser saturados pierden sus propiedades de sólidos y se convierten en materiales plásticos, es decir, que en la relación $\sigma - \epsilon$ la deformación podría aumentar ilimitadamente con un esfuerzo constante, fuera de un rango elástico.

Entre las propiedades a destacar de los suelos finos están las siguientes:

- Suelos cohesivos (mantiene adherencia entre sus partículas)
- Pueden poseer minerales arcillosos.
- Permeabilidad media a baja (limos), muy baja o nula (arcillas).
- Se tienen asentamientos diferidos en el tiempo.
- La forma de las partículas puede ser redonda, laminar o angular.
- Sus partículas componentes no son visibles a simple vista.

Arcillas:

Las arcillas están en su mayoría formadas por partículas laminares microscópicas compuestas por micas, minerales de arcillas y otros minerales, su tamaño es generalmente menor a 0.002 mm y en algunos casos entre 0.002 y 0.005 mm. Se caracterizan por ser altamente plásticas cuando se las humedecen; la organización del agua alrededor de la partícula de arcilla es la que proporciona las propiedades plásticas en este tipo de suelos.

Limos:

Según Braja Das “Los limos son fracciones microscópicas de suelo que consisten en fragmentos de cuarzo muy finos y algunas partículas de forma laminar que son fragmentos minerales micáceos”. Su tamaño varía entre 0.075 y 0.002 mm, son generalmente suelos de baja cohesión.

Una vez definidas las características principales se puede establecer un cuadro con las diferencias entre los dos tipos de suelos mencionados:

Tabla 1.*Diferencias entre limos y arcillas*

Limos (entre 0,002 y 0,060 mm.)	Arcillas (<0,002 mm.)
No suelen tener propiedades coloidales	Suelen tener propiedades coloidales
A partir de 0,002 mm y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos	Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos
Partículas de forma redondeada	Partículas de forma laminar
Tacto áspero	Tacto suave
Mayor permeabilidad: $10^{-5} > k > 10^{-7}$ cm/seg	Menor permeabilidad: $k < 10^{-6}$ cm/seg
Predominan las características de masa	Predominan las características de superficie
Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos	Se secan lentamente y se pegan a los dedos
Pueden ser colapsables	No son colapsables
No son expansivos	Pueden ser expansivas

Nota: Geotecnia y Cimientos I (2da Edición): Diferencias entre limos y arcillas. J. A. Jiménez Salas y J. L. de Justo Alpañes. (1975)

2.2.Límites de Atterberg

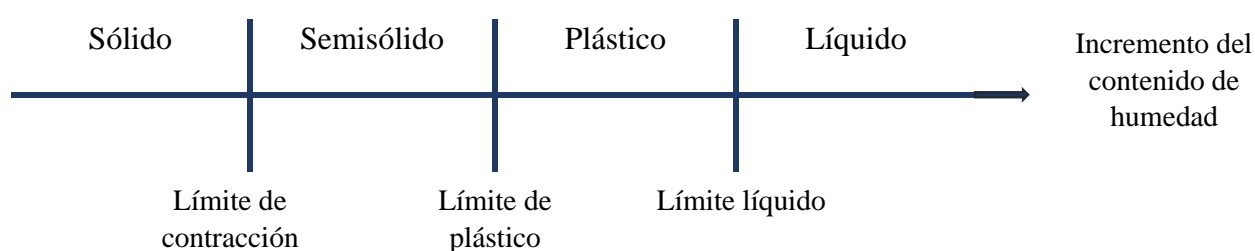
Los suelos de grano fino pueden cambiar de un estado de consistencia a otro en función de la humedad contenida, de esta manera conforme va aumentando el agua en el suelo éste puede pasar de mantener comportamiento sólido quebradizo a fluir como un líquido.

Albert Mauritz Atterberg en 1900 desarrolló un método en función del contenido de humedad para determinar la consistencia de los suelos finos estableciendo cuatro estados básicos: *sólido*, *semisólido*, *plástico* y *líquido*.

Los límites determinados por Atterberg se muestran en la siguiente figura:

Ilustración 1.

Límites de Atterberg



El contenido de humedad comprendido entre el estado sólido y semisólido se llama *límite de contracción* mientras que el *límite plástico* está determinado por el contenido de humedad en el que se lleva a cabo la transición de semisólido a plástico y por último el *límite líquido* es la frontera del paso de estado plástico a líquido.

Los límites de Atterberg se deben obtener a partir de la fracción de suelo que pasa por el tamiz No. 40 descartando la porción retenida.

2.2.1. Límite Líquido

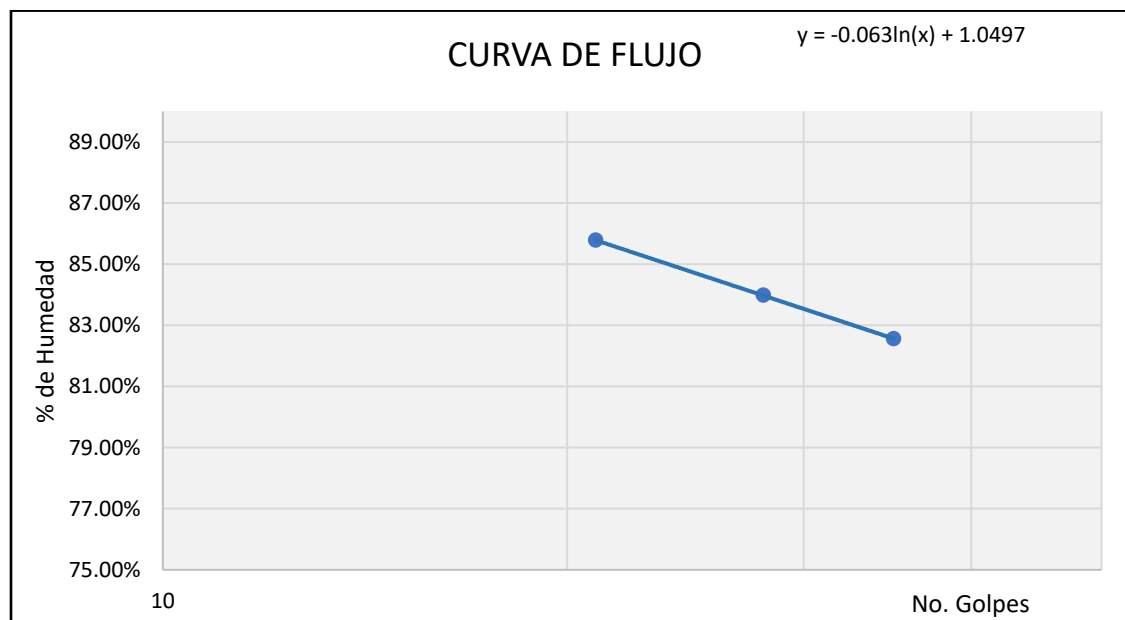
El límite líquido (LL) es determinado a través de un ensayo estandarizado por la norma ASTM D-4318 mediante una copa de latón operada por una manivela denominada como cuchara de Casagrande. El ensayo consiste en determinar la humedad en porcentaje

necesaria en un suelo para que éste a través de 25 golpes tras dejar caer la cuchara de Casagrande una altura de 10 mm pueda cerrar un surco de 12.7 mm abierto con un acanalador normalizado.

Es difícil poder ajustar el contenido de agua en el suelo para que éste satisfaga las condiciones del ensayo de cerrar el surco de 12.7 mm con 25 golpes, es por ello que la norma contempla un método multipunto para lo cual se deben realizar al menos 4 cuatro pruebas para el mismo suelo con un contenido de humedad variable determinando un número de golpes N que deberá variar entre 15 y 35. Una vez realizado el ensayo es necesario graficar el contenido de agua en porcentaje vs. El número de golpes, éste último en escala logarítmica. La relación entre el contenido de humedad y $\log.N$ es casi una línea recta determinada como *curva de flujo*; el contenido de humedad para $N=25$ en la curva representa el **límite líquido del suelo**.

Ilustración 2.

Curva de Flujo



Nota. Curva de flujo limo altamente plástico

2.2.2. Límite Plástico

El límite plástico (PL) está definido como el contenido de humedad en porcentaje para que un suelo al ser enrollado en hilos de 3.2 mm de diámetro se agrieten.

El ensayo es muy sencillo y está normado a través de la Norma ASTM D-4318, donde se encuentra su procedimiento.

A través de la obtención del límite líquido y límite plástico se puede obtener el índice de plasticidad a través de la siguiente ecuación:

$$PI = LL - PL \quad (2.1)$$

Donde :

PI= Índice plástico

LL= Límite líquido

PL= Límite plástico

El *índice de plasticidad* representa el intervalo de humedades de semisólido a semilíquido y es utilizado al igual que los límites de Atterberg para caracterización de los suelos cohesivos.

2.2.3. Límite de Contracción

La masa de suelo a medida que va perdiendo humedad va disminuyendo su volumen hasta que éste alcanza un punto en el cual no existe más variación volumétrica, a este contenido de humedad en porcentaje se lo denomina como límite de contracción.

2.3.Consolidación

La reducción del volumen de suelo que se produce de manera gradual debido a la aplicación de un carga y la transferencia o pérdida del exceso de agua intersticial o de aire que provoca un asentamiento dependiente del tiempo se conoce como consolidación.

En suelos saturados se produce un incremento en la presión de poros que va disipándose de manera controlada por la permeabilidad del suelo (k).

Como consecuencias de la consolidación se produce un incremento del esfuerzo efectivo así como la reducción de huecos, reducción de volumen, asentamientos en el terreno.

La duración de la consolidación se encuentra en función de la permeabilidad del suelo; en suelos arenosos al ser de alta permeabilidad los asientos son rápidos, mientras que en suelos cohesivos la permeabilidad es baja traduciéndose en asentamientos lentos que siguen produciéndose aún años después de finalizada la construcción de una estructura, es decir el asentamiento se difiere en el tiempo.

2.3.1. Clases de Consolidación:

2.3.1.1.Consolidación inicial: en esta etapa existe una rápida disminución del volumen del suelo, debido al esfuerzo externo que se le aplica comprimiendo el aire presente en los poros del mismo.

2.3.1.2.Consolidación Primaria: se trata de una deformación diferida en el tiempo que se produce cuando el suelo al ser expuesto a una carga donde transfiere el esfuerzo soportado por el agua al esqueleto mineral del suelo

(el exceso de presión de poros se disipa), produciéndose la reducción de volumen en el suelo (asentamiento).

2.3.1.3.Consolidación Secundaria: se refiere al asentamiento que se registra posterior a la consolidación primaria, en el cual se encuentra sometido a una carga constante que produce cambios en la estructura interna del suelo.

Las consecuencias de la consolidación de los suelos son la reducción de volumen de los vacíos debido al incremento de los esfuerzos efectivos, que como se explicó anteriormente. Durante el paso del tiempo en primera instancia se genera el asentamiento primario y secundario.

Los esfuerzos aplicados sobre el suelo son perpendiculares al plano sobre el cuál se aplican (oblicuo o no), está presente el esfuerzo total (σ) y la presión de poros o intersticial (U), a una profundidad (Z). El esfuerzo efectivo (σ') representa el resultado de la diferencia entre el esfuerzo total (σ) y la presión intersticial (U).

$$\sigma' = \sigma - U \quad (2.2)$$

En el suelo saturado existe una reacción por los esfuerzos que se encuentran soportando las partículas que lo conforman (σ'), que actúan interpartícula, así como los esfuerzos debidos a la presión intersticial (U) dentro del fluido intersticial presente en la muestra de suelo.

Al ser aplicado el esfuerzo en un área (a^2), las fuerzas ejercidas por las partículas del suelo van a encontrarse en las direcciones normal y tangencial (N y T), como se puede observar en las siguientes expresiones:

$$\sigma_v = \frac{N_v}{a^2}; \sigma_h = \frac{N_h}{a^2}; \tau_v = \frac{\tau_v}{a^2}; \tau_h = \frac{\tau_h}{a^2} \quad (2.3)$$

En función a esta explicación, si se aplica la presión al terreno, todo el conjunto del suelo estará afectado. Por lo que al agua se le transmitirán las nuevas fuerzas y empezará a fluir, y al reducirse la cantidad de agua dichos esfuerzos serán transferidos progresivamente al esqueleto mineral, es decir al momento del drenaje total U se habrá reducido, y por ende aumentado σ' .

2.3.2. Ensayo de Consolidación

Fue sugerido por primera vez por Terzaghi en 1925 y se lo realiza con la ayuda de un consolidómetro llamado también edómetro; su procedimiento se ejecuta de acuerdo a la Norma ASTM D2435 (Métodos de prueba estándar para propiedades de consolidación unidimensional de los suelos bajo incrementos de carga). Se lo utiliza para determinar el grado y velocidad de consolidación del suelo mientras se somete a una tensión controlada, datos claves para el diseño de estructuras.

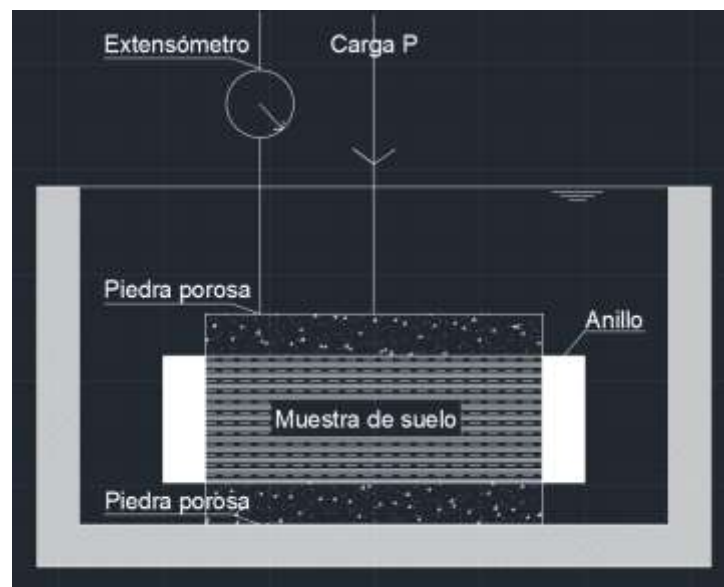
El procedimiento es el siguiente:

- a. Se registra el peso del anillo de consolidación.
- b. Se procede a moldear la muestra de suelo en el anillo de consolidación y se registra el peso (anillo + muestra).
- c. Se coloca las piedras porosas tanto en la parte superior como inferior del espécimen junto con el papel filtro. Durante toda la prueba la muestra se mantiene bajo agua.
- d. Se continúa el proceso con la colocación del consolidómetro en el equipo de carga, se calibra el deformímetro y enseguida se coloca la primera carga a través del brazo de palanca.
- e. Se van tomando las lecturas de deformación axial a intervalos de tiempo de aproximadamente 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 120 minutos, 4, 8 y 24 horas.

- f. El proceso anteriormente descrito se repetirá para los incrementos de carga de tensión axial que generen las siguientes presiones: 0.012 kg/cm², 0.025 kg/cm², 0.050 kg/cm², 0.100 kg/cm², 0.200 kg/cm², 0.400 kg/cm², 0.800 kg/cm², 1.6 kg/cm² y la duración de cada incremento será de 24 horas.
- g. Para poder determinar la recuperación de la muestra se procede con la descarga del suelo retirando las cargas en orden inverso; las deformaciones deben ser registrados de la misma manera y en los mismos intervalos de tiempo de carga.

Ilustración 3.

Consolidómetro



2.3.3. Índice de Compresibilidad

En una curva de compresibilidad a partir de ensayos y datos reales, se puede observar que un tramo es una línea recta que corresponde a la porción virgen de la curva. El tramo inicial representa la preconsolidación, por lo tanto, a mayor longitud en esta etapa mayor será el nivel de preconsolidación. En el caso en el que se aplique una secuencia de recompresión y expansión,

la curva deberá ser igual a la curva original en el mismo punto. La pendiente de la recta recibe el nombre de índice de compresión (Cc).

$$Cc = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma'} = \frac{e_0 - e_1}{\log(\sigma'_1/\sigma'_0)} \quad (2.4)$$

Donde:

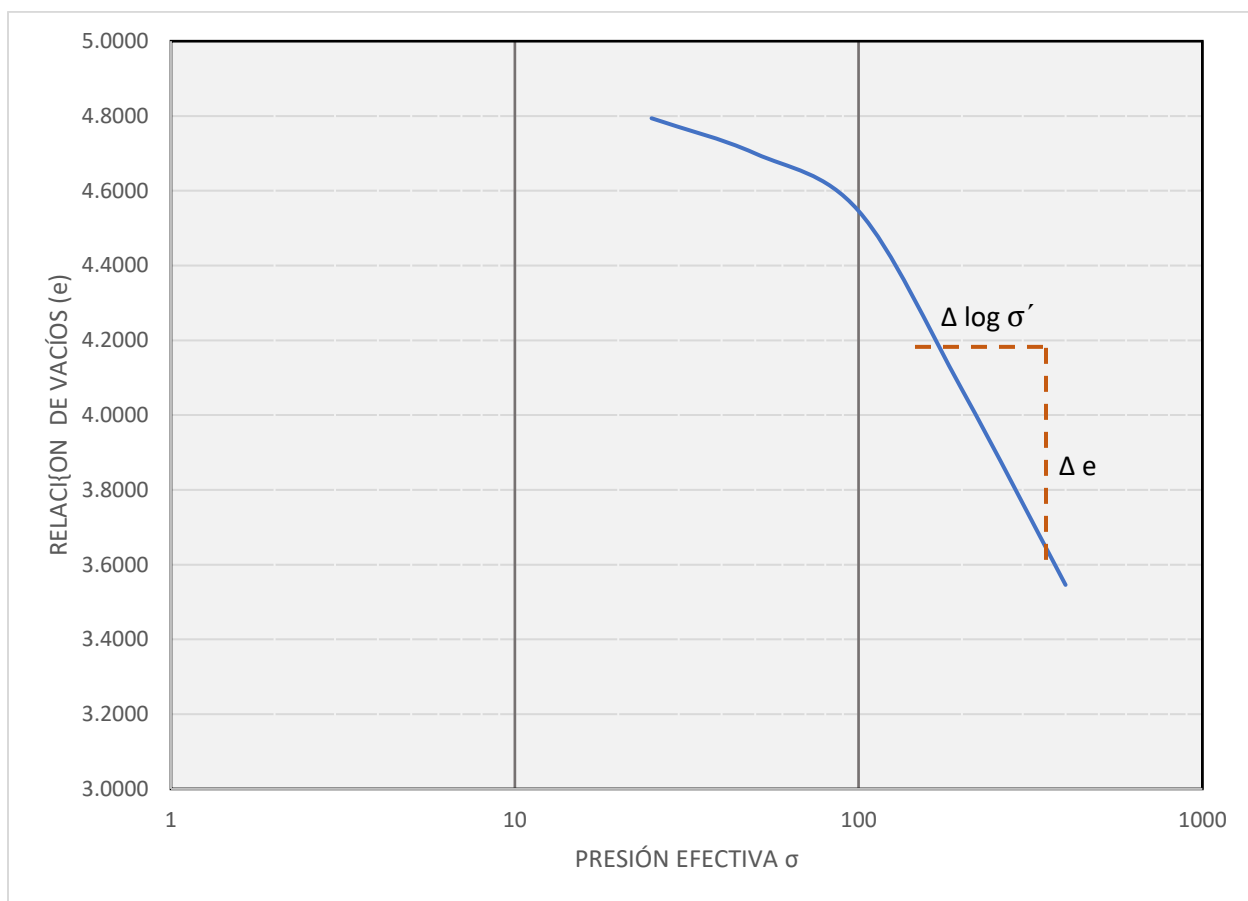
Cc: Coeficiente de compresión

e= índice de vacíos:

σ' = presión efectiva

Ilustración 4.

Coeficiente de Compresibilidad



Nota. Curva índice de vacíos vs. Presión efectiva de un limo altamente plástico de la zona de la Unión de Esmeraldas

El índice de compresibilidad de una muestra de suelo para el cálculo del asentamiento se puede mantener como una constante, en los casos en el que los esfuerzos efectivos se encuentren en la porción virgen de la curva, es decir, debe actuar como una arcilla normalmente consolidada. En este caso el asentamiento por consolidación se obtiene con la siguiente expresión:

$$s_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_1}{\sigma'_0} \right) H_0 \quad (2.5)$$

Donde:

s_c = asentamiento por consolidación

C_c = coeficiente de compresión

H_0 = Altura inicial del suelo

σ'_1 = Presión efectiva 1

σ'_0 = Presión efectiva inicial

e_0 = relación de vacíos inicial

2.3.4. Compresibilidad y Asentamientos de los suelos

En consolidación, a un suelo se lo puede definir como un conjunto de partículas que conforman un esqueleto compresible; durante el proceso de consolidación éste se encuentra saturado y por tanto la aplicación de esfuerzos provoca la disminución de volumen de la muestra de suelo como resultado del volumen de agua y aire expulsados

Asumiendo que el motivo es un incremento en el esfuerzo efectivo, y también que es un proceso unidimensional (es decir, que no hay variaciones en las dimensiones laterales). El

cambio del volumen debido al aumento del esfuerzo efectivo, puede calcularse como una variación en el espesor y en la relación de los vacíos, por lo tanto, la siguiente expresión podría representarlos:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad (2.6)$$

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{1 + e_0} * H_0 \quad (2.7)$$

Es por ello que la variación volumétrica se encuentra en función del incremento de los esfuerzos, y la magnitud del asentamiento por consolidación se encontraría representada de la siguiente manera:

$$sc = \Delta H = mv\sigma'H_0 \quad (2.8)$$

donde:

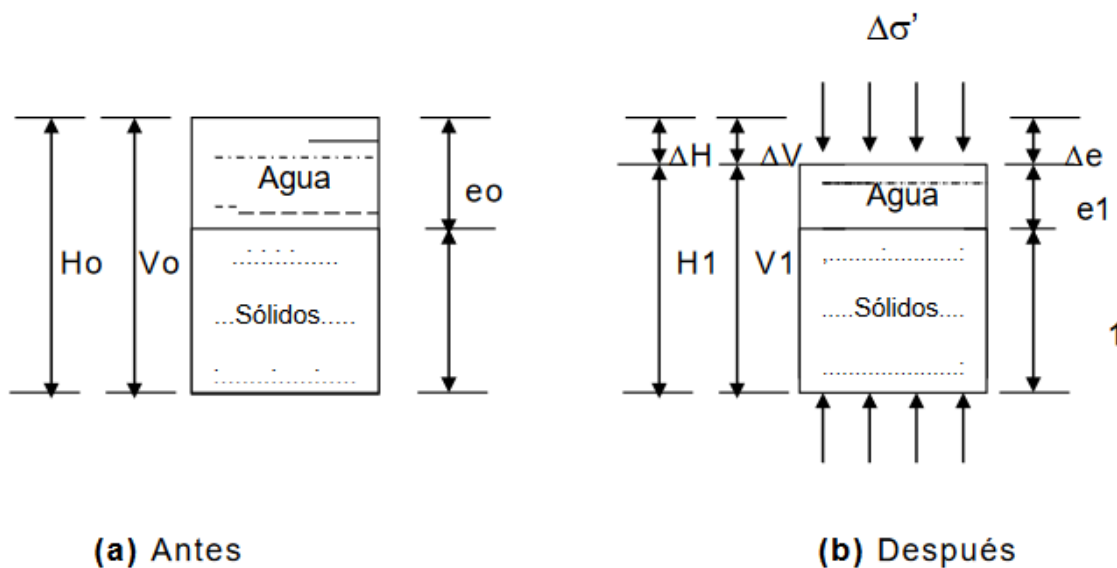
mv: coeficiente de compresibilidad volumétrica

σ' : esfuerzo efectivo

H_0 = altura inicial de la muestra de suelo.

Ilustración 5.

Asentamiento causado por la consolidación unidimensional



Nota. Basada en la Figura 9.12; Cálculo de asentamiento a partir de una consolidación primera en una dimensión, Capítulo 9: Consolidación, Braja Das.

2.3.5. Curvas de compresibilidad

Las curvas de compresibilidad son gráficos que nos permiten analizar el comportamiento de la consolidación del suelo, en base a la variable de tiempo permitiéndonos determinar el grado de asentamiento que se puede llegar a dar lugar en la zona de estudio.

El ensayo de consolidación nos permite analizar la magnitud de los asentamientos, mediante las curvas de compresibilidad que pueden tener distintas relaciones (generalmente relación de vacíos vs carga).

De la relación entre la cargas y la relación de vacíos se puede obtener dos gráficas; una escala semi logarítmica y otra en escala aritmética, como podemos observar a continuación:

Ilustración 6.

Curva Relación de vacíos vs Presión efectiva en escala semilogarítmica

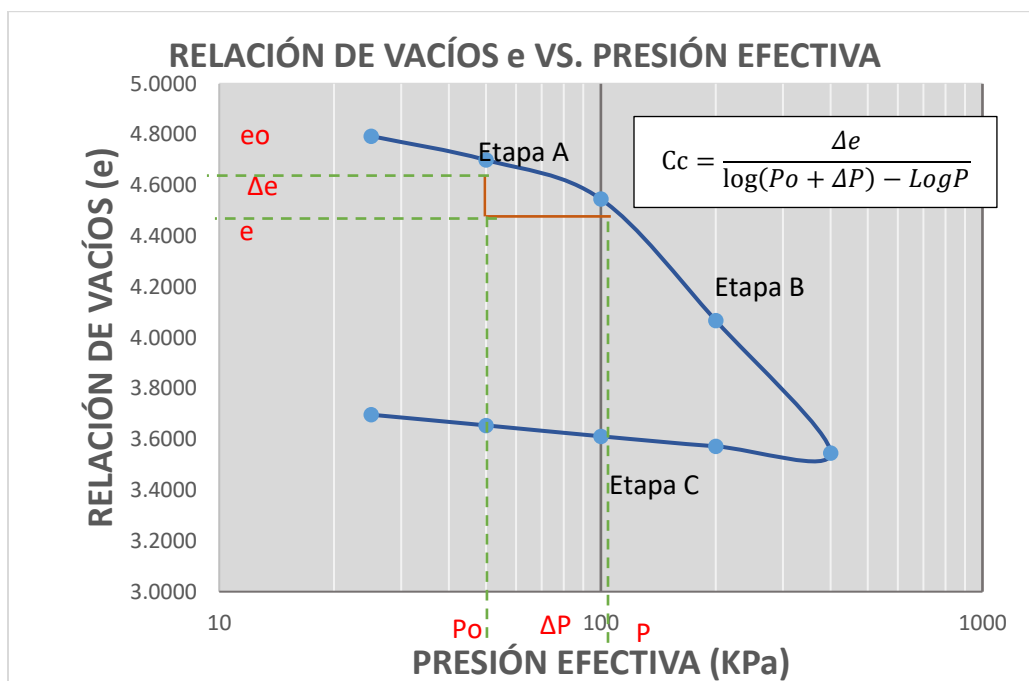
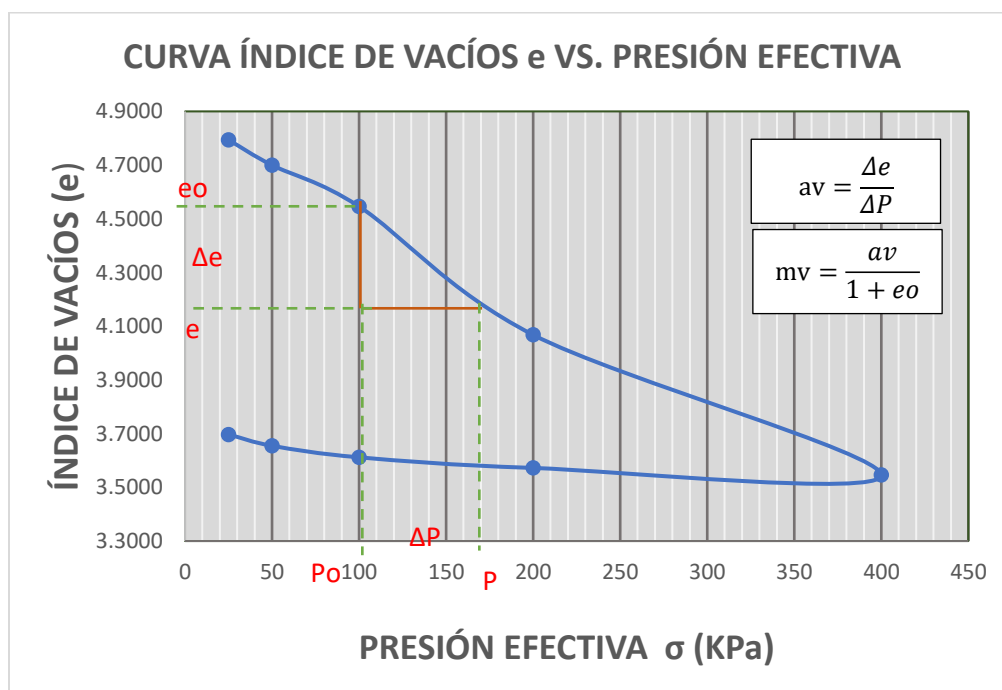


Ilustración 7.

Curva Relación de vacíos vs Presión efectiva en escala semilogarítmica



En el gráfico 6. podemos apreciar tres etapas principalmente: la etapa A (corresponde al tramo con curvatura creciente), la etapa B (representado por un tramo recto en escalas semi logarítmicas), y finalmente la etapa C (donde se observa la recuperación de parte de la deformación al disminuirse la carga).

De las gráficas anteriores se desprenden coeficientes y módulos que califican la compresibilidad del suelo como se detalla a continuación:

Coefficiente de compresibilidad volumétrica (a_v): unidades L^2/F

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta P} \quad (2.9)$$

Coefficiente de compresibilidad volumétrica (m_v): unidades L^2/F , donde e_o es la relación de vacíos del suelo antes del incremento de carga específico y de interés para el geotecnistaa.

$$m_v = \frac{a_v}{1+e_o} \quad (2.10)$$

Coefficiente de compresión (C_c): adimensional, se obtiene a partir de la curva relación de vacíos vs esfuerzo efectivo semilogarítmica.

Coefficiente de consolidación (C_V): unidades L^2/F . Para su cálculo es necesario tener la curva de asentamiento contra tiempo (escala semilogarítmica), cuyo ajuste consiste en sobreponer la escala UV a la escala de deformación (d).

Existen distintos métodos para la obtención de la curva de compresibilidad, como el método de Taylor el cual representa en una escala logarítmica la relación tiempo – deformación

en el que el rango comprendido entre el 0 y el 100% correspondo a la consolidación primaria. En este método se obtiene de la manera mencionada el tiempo requerido para alcanzar el 90% de la consolidación primaria del suelo.

Por otro lado, el método de Casagrande se basa en la curva teórica de consolidación en el que se puede comprobar que se aproxima a una parábola en el rango entre el 0% y el 50% de consolidación mediante una escala semi logarítmica, por lo que los ensayos realizados deben determinar el gráfico real de la consolidación que cumpliría con dicha curva teórica. De forma descendente se puede trazar la curva con los datos resultantes del laboratorio. Dentro de este método se propone obtener el coeficiente de consolidación (C_v) de manera gráfica.

2.4.Relaciones de vacíos y porosidad

La relación de vacíos (e) es una relación en una masa de suelo, entre el volumen de los espacios vacíos y el volumen de las partículas que lo conforman. El resultado puede alcanzar valores muy altos, y también puede ser menor a la unidad.

$$e = \frac{V_V}{V_S} \quad (2.11)$$

En función a la compacidad nos referimos a la cantidad de vacíos existentes entre las partículas dependiendo del nivel de acomodo en el que se encuentren. Por ejemplo, en suelos compactos, existe un alto grado de acomodo, por ende el nivel de deformación posible va a ser bastante reducido. Sucede lo contrario con suelos poco compactados al existir un mayor volumen de vacíos. Dentro de este apartado existen otros términos como η y e , cabe mencionar que la relación entre ambos siempre va a ser $\eta < e$, que se relacionan de la siguiente manera:

$$e = \frac{\eta}{1 - \eta} \quad (2.12)$$

$$\eta = \frac{e}{1 + e} \quad (2.13)$$

El parámetro de la porosidad es una relación que siempre se expresa en forma de porcentaje, y relaciona el volumen de espacios vacíos de una muestra de suelo y el volumen total de suelo. Es por ello que en estado sólido completo el valor de porosidad sería cero ($\eta = 0$), pero en la práctica no se llegan a los límites del 0% y 100%.

$$\eta = \frac{V_V}{V_T} * 100(\%) \quad (2.15)$$

Una vez obtenidas las curvas deformación vs. Tiempo es fundamental determinar el cambio de volumen de la muestra relacionado directamente con el índice de vacíos del suelo bajo la presión de la carga aplicada.

Para poder determinar el índice de vacíos inicial partimos de la siguiente figura.

2.5. Correlaciones entre índice de compresibilidad y límite líquido existentes

En una curva de compresibilidad a partir de ensayos y datos reales, se puede observar que un tramo del mismo es una línea recta. El tramo inicial representa la preconsolidación, por lo tanto a mayor longitud en esta etapa mayor será el nivel de preconsolidación. En el caso en el que se aplique una secuencia de recompresión y expansión, la curva deberá ser igual a la curva original en el mismo punto. La pendiente de la recta recibe el nombre de índice de compresión (C_c). El método de consolidación unidimensional nos permite realizar una interpolación entre las variables de la deformación y los esfuerzos efectivos.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma'} = \frac{e_0 - e_1}{\log (\sigma'_1 / \sigma'_0)} \quad (2.16)$$

Diferentes investigaciones han sido desarrolladas a lo largo del tiempo para determinar correlaciones que ayuden a determinar el índice de compresibilidad en función de otros parámetros de caracterización del suelo.

Determinar el coeficiente de compresión mediante el ensayo de consolidación unidimensional, finalmente resulta en proceso costoso y largo, por lo que usualmente se emplean ecuaciones empíricas para estimar este valor como podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Correlaciones del coeficiente de compresibilidad de varios autores

Ecuación	Autor	Año	Tipo de Suelo / Región de Aplicabilidad
$C_c = 0.009 (LL - 10)$	Skempton	1967	Arcilla inalteradas
$C_c = 0.007 (LL - 10)$	Terzaghi y Peck	1967	Arcillas remoldeadas
$C_c = 0.141 G_s^{1.2} \left(\frac{1+en}{G_s}\right)^{2.38}$	Rendón - Herrero	1983	Arcillas naturales
$C_c = 0.2343 \left(\frac{LL(\%)}{100}\right) G_s$	Nagaraj y Murty	1895	Arcillas naturales
$C_c = 0.0097 (LL - 16.4)$	Skempton		Suelos españoles
$C_c = 0.009 w^{1.315}$	Skempton		Suelos españoles
$C_c = 0.37(e_o + 0.003LL + 0.0004W_n - 0.34)$	Azzouz	1976	
$C_c = 0.009 3W_n$	Koppula	1981	

$Cc = 0.046 + 0.0104 IP$	Nakase	1988
$Cc = 0.0023xLLxGs$	Nagaraj y Murry	1985-1986
$Cc = 1.15 (eo - 0.35)$	Nishida	1956
$Cc = 0.009 Wn + 0.005LL$	Koppula	1986
$Cc = -0.156 + 0.411eo + 0.00058LL$	Al- Khafaji y Andersland	1992

Nota. Basada en Correlaciones de Coeficiente entre Coeficiente de Compresión y Límite Líquido. Fuente: Braja Das, 2001, Jiménez, 1998 y Bowles 1997.

La anterior tabla es útil siempre y cuando las características base del suelo analizado tenga propiedades y características similares a los que usaron para desarrollar las ecuaciones, por lo que no son universales y aplicables a todos los suelos existentes.

La inexistencia de correlaciones que se ajusten a los tipos de suelo existente en las diferentes zonas del país hace necesario el trabajo de campo e investigación que determine ecuaciones aplicables y más cercanas a la realidad de nuestros suelos.

3. OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1. Trabajos in situ

3.1.1. Toma de muestras inalteradas

Para poder obtener datos reales de caracterización del suelo de estudio es importante obtener muestras inalteradas en campo, el procedimiento adoptado deberá garantizar la conservación de las particularidades naturales del suelo.

La toma de muestras del suelo en estudio se realizó a cielo abierto para lo cual se extrajeron bloques de 0.20x0.20x0.20 m a una profundidad entre 0.40 y 1.00 m, para este trabajo se limpió el terreno y se retiró material alterado, las muestras extraídas fueron debidamente cubiertas por parafina y posteriormente por plástico film con el objeto de mantener la humedad natural de las mismas.

Los trabajos de campo para la extracción de muestras fueron basados en la Norma ASTM D 4700 donde se detalla el procedimiento y recomendaciones para Excavación a cielo abierto y toma de muestra indisturbadas en campo.

La toma de muestras se llevó a cabo en la parroquia de La Unión de Esmeraldas en donde se obtuvieron 10 muestras como se detalla a continuación:

Tabla 3.

Coordenadas de ubicación de la extracción de muestras

Coordenadas		
Muestra	Norte	Este
1	15,667.94	672,414.62
2	16,537.15	671,621.74
3	17,033.23	671,007.69

4	18,176.94	669,862.55
5	18,640.56	669,528.84
6	19,029.23	669,176.10
7	19,647.86	667,911.22
8	19,952.67	668,337.82
9	20,777.00	668,848.01
10	21,294.10	668,338.10

Ilustración 8.

Ubicación de las muestras extraídas, Zona de la Unión de Esmeraldas



Ilustración 9. *Extracción de muestras in situ*



Ilustración 10. *Extracción de muestras in situ*



Las muestras una vez habiendo sido etiquetadas fueron cuidadosamente transportadas al laboratorio de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para ser sometidas a los respectivos ensayos de caracterización y consolidación.

Ilustración 11. *Etiquetado y transporte de muestras*



Cabe recalcar que las muestras fueron tomadas en función del avance de los ensayos con el objetivo de evitar variaciones en las características de las mismas por condiciones ambientales.

3.2. Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas en campo fueron sometidas a ensayos de caracterización y consolidación con el fin de obtener los datos necesarios para cumplir con el objeto del presente estudio.

Los ensayos y normas a los que fueron sometidas las muestras se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Ensayos / Normas

Descripción	Norma
Contenido de humedad	ASTM D-2216
Límites de Atterberg	ASTM D4318
Clasificación de suelos SUCS	ASTM D2487
Consolidación unidimensional de los suelos.	ASTM D 2435

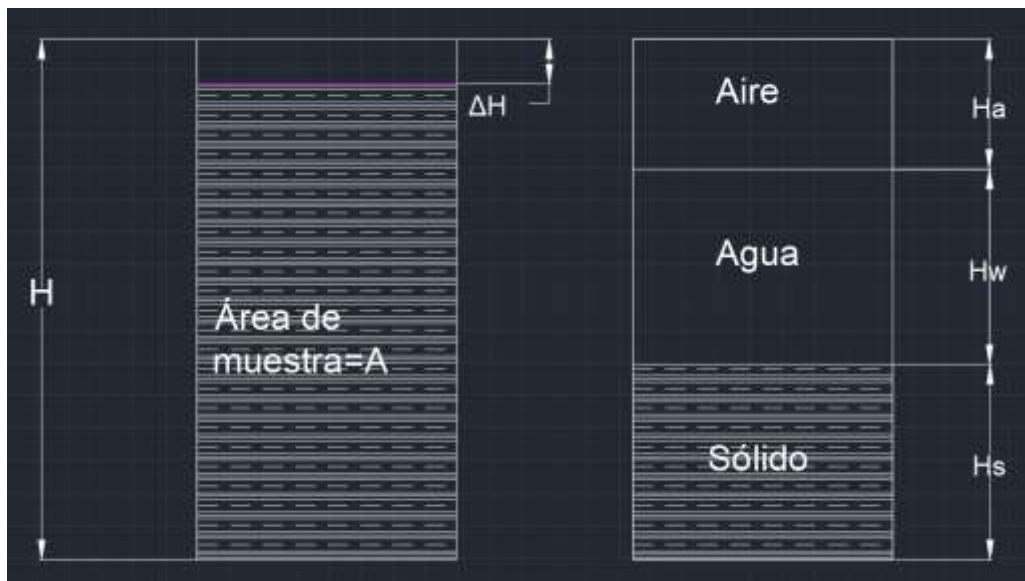
3.2.1. Cálculos matemáticos para la determinación de la relación de vacíos y coeficiente de compresión primaria C_c .

El Coeficiente de compresión primaria C_c mide la variación de volumen en la muestra de suelo provocada por el incremento de presión; gracias al cual se puede calcular el asentamiento producido.

Los cálculos efectuados para determinar el coeficiente de compresibilidad en función de los datos obtenidos en laboratorio es el siguiente:

Ilustración 12.

Gráfica relación de vacíos



Datos obtenidos en el laboratorio:

w_s : Peso seco

D : Diámetro de la muestra

H : Altura de la muestra

G_s : Densidad del sólido

γ_w : peso específico del agua

A : Área de la muestra

$$H_v = H - H_s \quad (3.1)$$

H_v : Altura de vacíos

H : Altura de la muestra

H_s : Altura de sólidos.

$$H_s = \frac{ws}{A * G_s * \gamma_w} \quad (3.2)$$

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v * A}{H_s * A} = \frac{H_v}{H_s} \quad (3.3)$$

e_o : Relación de vacíos inicial

ΔH = dato obtenido del ensayo de consolidación, variación de altura de la muestra.

$$e_o = \frac{H - H_s}{H_s} \quad (3.4)$$

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s} \quad (3.5)$$

Δe_1 = variación en la relación de vacíos 1.

$$e_1 = e_o - \Delta e_1 \quad \text{Carga 1} \quad (3.6)$$

$$e_2 = e_1 - \frac{\Delta H_2}{H_S} \quad \text{Carga 2} \quad (3.7)$$

Gracias a la consolidación se produce una variación de altura en la muestra:

$$H_f = H - \Delta H \quad (3.8)$$

H_f : Altura final de la muestra

La variación volumétrica por consolidación primaria se determina así:

$$\Delta v = V_0 - V_1 \quad (3.9)$$

$$\Delta v = H * A - (H - S) * A \quad (3.10)$$

$$\Delta v = S * A \quad (3.11)$$

Δv : Variación volumétrica

V_0 : volumen inicial

V_1 : volumen después de la consolidación

S : Asentamiento

Considerando el cambio de volumen:

$$\Delta v = V_{v0} - V_{v1} \quad (3.12)$$

$$\Delta v = \Delta V_v \quad (3.13)$$

Considerando la relación de vacíos:

$$\Delta e = \frac{\Delta V_v}{\Delta V_s} \quad (3.14)$$

$$\Delta V_v = \Delta e * \Delta V_s \quad (3.15)$$

$$\Delta v = S * A = \Delta e * \Delta V_s \quad (3.16)$$

$$\Delta v = S * A = \Delta e * V_s \quad (3.17)$$

$$V_o = V_s + e_o * V_s \quad (3.18)$$

$$V_o = V_s(1 + e_o) \quad (3.19)$$

$$V_s = \frac{V_o}{1 + e_o} \quad (3.20)$$

V_s : Volumen de sólidos

ΔV_v : Variación de volumen de vacíos

ΔV_s : Variación de volumen de sólidos

De la ec. 3.17:

$$S * A = \Delta e * \left(\frac{A * H}{1 + e_o} \right) \quad (3.21)$$

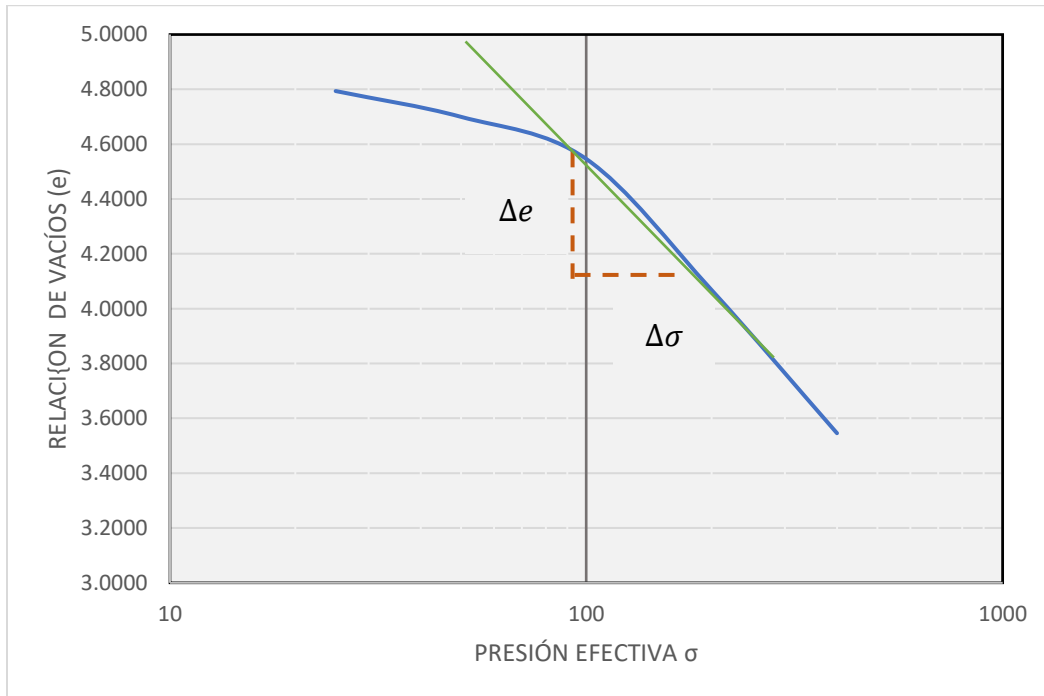
$$S = \Delta e * \left(\frac{H}{1 + e_o} \right) \quad (3.22)$$

S : Asentamiento

A : Área de la muestra.

e_o : Relación de vacíos inicial

Para calcular el índice de compresión inicial:



$$Cc = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma} \quad (3.23)$$

$$Cc = \frac{e_f - e_i}{\sigma_f - \sigma_i} \quad (3.24)$$

$$Cc = \frac{e_f - e_i}{\text{Log} \sigma_2 - \text{Log} \sigma_1} \quad (3.25)$$

$$Cc = \frac{\Delta e}{\text{Log}(\sigma_o + \Delta \sigma) - \text{Log} \sigma_o} \quad (3.26)$$

Obtenemos la ecuación del coeficiente de compresión:

$$Cc = \frac{\Delta e}{\text{Log}\left(\frac{\sigma_o + \Delta \sigma}{\sigma_o}\right)} \quad (3.27)$$

Para el cálculo de asentamientos:

$$S = Cc * \frac{H}{1 + e_o} * \text{Log}\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o}\right) \quad (3.28)$$

Cc : Coeficiente de compresión

σ'_o : Presión efectiva inicial

$\Delta\sigma$: Variación de la presión efectiva

H : Altura inicial de la muestra

e_o : Relación de vacíos inicial

S : Asentamiento

Los asentamientos producidos están en función directa de la relación de vacíos inicial, a mayor relación de vacíos inicial mayor será el asentamiento que se produzca en el suelo.

En la presente investigación se busca correlacionar el límite líquido, un parámetro de caracterización inicial del suelo con el coeficiente de compresión y de esta manera interpretar el comportamiento del suelo frente a los esfuerzos aplicados; el límite líquido está relacionado con la cantidad de agua en las partículas de suelo con los espacios intersticiales.

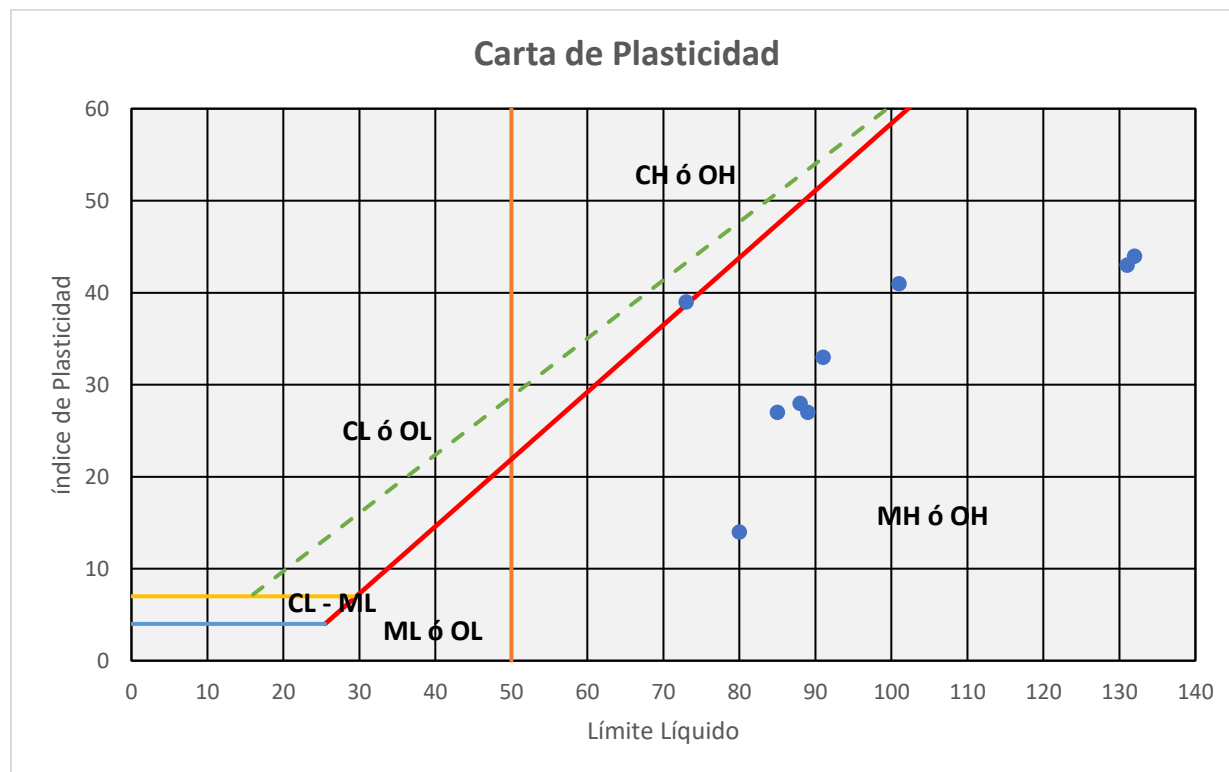
3.2.2. Resultados de las pruebas de laboratorio

De los resultados obtenidos en laboratorio se puede definir las propiedades características de los mismos; contenido de humedad ($\%w_n$) varía entre 43.93% y 125.85%; Límite Líquido (LL): 73.24% a 146.37%, Relación de vacíos inicial (e_o)= 1.72 a 4.89.

Las muestras ensayadas tienen un límite líquido y contenido de humedad altos; de la clasificación SUCS se desprende que todos los suelos ensayados corresponde a limos de alta plasticidad como se puede evidenciar en la carta de plasticidad siguiente:

Ilustración 13.

Carta de plasticidad de las muestras ensayadas



Los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio son característicos de los suelos de la provincia demostrando la validez de los resultados obtenidos.

La determinación de la relación de vacíos es primordial para la definición del coeficiente de compresibilidad C_c pues éste se deriva de la curva de compresibilidad en la cual se representa la reducción de vacíos (pérdida del exceso de agua intersticial o aire) producida por el incremento de esfuerzos al cual es sometido el suelo. Los resultados obtenidos con respecto al coeficiente de compresibilidad C_c varían entre 0.19 y 1.89 con un promedio de 0.85 lo que determina suelos de compresibilidad alta.

De las 10 calicatas obtenidas en campo se determinó el porcentaje de humedad ($\%w_n$), límite líquido (LL), límite plástico (LP), índice plástico (IP), Clasificación SUCS y se asumió como

gravedad específica 2.65; así mismo de cada calicata se sometieron a consolidación unidimensional dos especímenes obteniendo así 20 resultados de coeficiente de compresibilidad y coeficiente de recarga.

Tabla 5.

Resultados de ensayos de laboratorio

No. de Ensayo	Porcentaje de Humedad % _{wn}	Gravedad específica (Gs)	Clasificación SUCS	LÍMITES			CONSOLIDACIÓN		
				Límite Plástico (LP)	Límite Líquido (LL)	Índice Plástico (IP)	Cc	Cr	eo
1	43.94	2.65	MH	34.40	73.24	38.84	0.26	0.07	1.72
							0.44	0.01	1.59
2	66.32	2.65	MH	57.67	84.69	27.02	0.60	0.05	1.94
							0.74	0.02	2.20
3	68.11	2.65	MH	60.05	88.40	28.35	0.71	0.03	2.05
							0.50	0.01	2.09
4	63.06	2.65	MH	66.87	80.84	13.97	0.32	0.03	1.86
							0.32	0.02	1.83
5	68.25	2.65	MH	61.38	88.76	27.38	0.27	0.04	1.90
							0.27	0.03	1.90
6	113.78	2.65	MH	88.43	131.11	42.68	1.96	0.12	4.40
							1.96	0.11	4.36
7	71.34	2.65	MH	60.75	101.85	41.10	0.61	0.03	2.26
							0.38	0.01	2.34
8	118.79	2.65	MH	88.93	132.86	43.93	1.65	0.09	4.08
							1.65	0.09	4.06
9	125.85	2.65	MH	97.45	146.37	48.92	1.83	0.14	4.89
							1.83	0.08	4.48
10	62.14	2.65	MH	57.24	90.50	33.26	0.21	0.02	1.79
							0.15	0.03	1.83

3.2.3. Discretización y tratamiento de la información

De los datos obtenidos en forma directa a través de la realización de ensayos de muestras de suelo obtenidos en campo se relacionan los datos de límite líquido, coeficiente de compresibilidad y coeficiente de recarga en los cuales está enfocada la investigación.

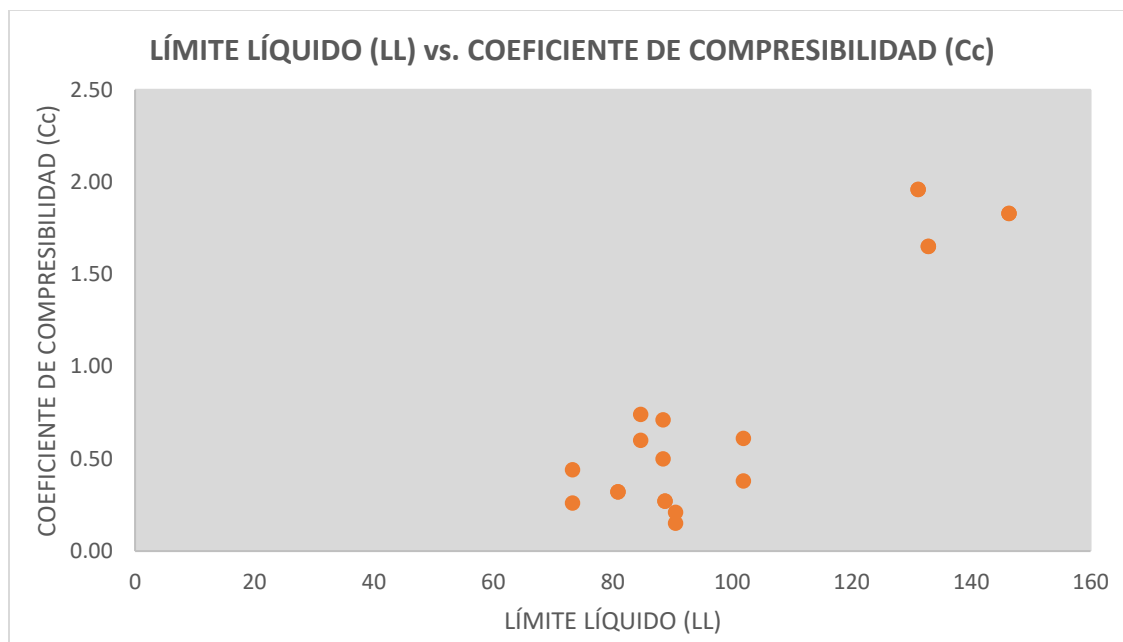
Tabla 6.*Relación Límite Líquido / Coeficiente de Compresibilidad / Coeficiente de recarga*

No. de Ensayo	CONSOLIDACIÓN		
	LL	Cc	Cr
1	73.24	0.26	0.07
2	73.24	0.44	0.01
3	84.69	0.60	0.05
4	84.69	0.74	0.02
5	88.40	0.71	0.03
6	88.40	0.50	0.01
7	80.84	0.32	0.03
8	80.84	0.32	0.02
9	88.76	0.27	0.04
10	88.76	0.27	0.03
11	131.11	1.96	0.12
12	131.11	1.96	0.11
13	101.85	0.61	0.03
14	101.85	0.38	0.01
15	132.86	1.65	0.09
16	132.86	1.65	0.09
17	146.37	1.83	0.14
18	146.37	1.83	0.08
19	90.50	0.21	0.02
20	90.50	0.15	0.03

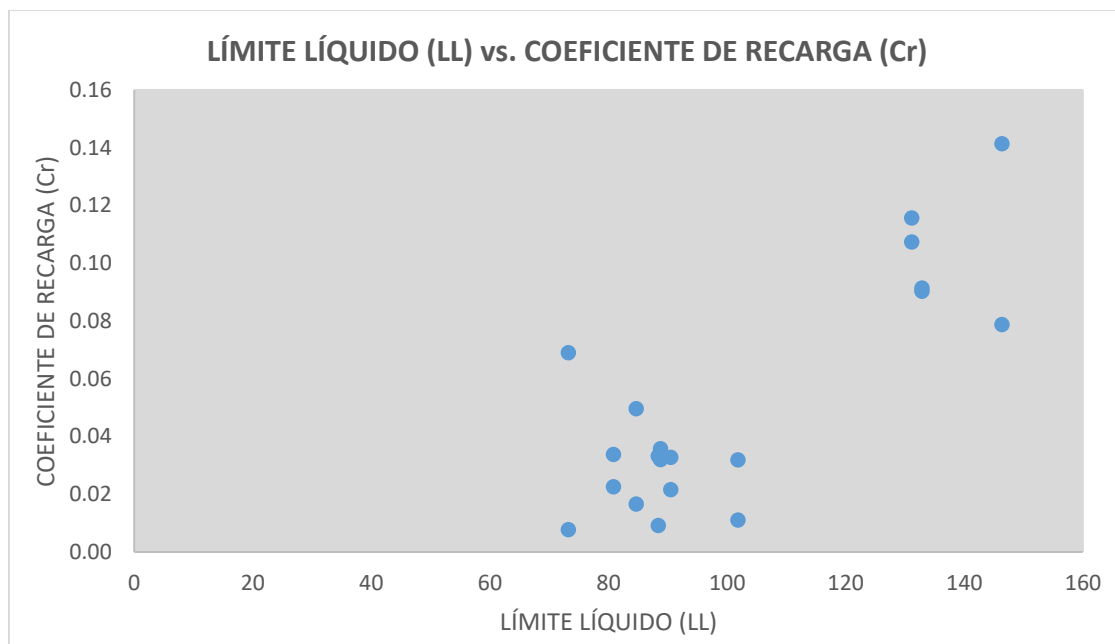
Los valores de los parámetros a correlacionar son analizados en gráficas de dispersión a través de las cuales se determinará un modelo de correlación que se ajuste a las características de suelo del sector de la parroquia de La Unión de Esmeraldas.

Ilustración 14.

Dispersión Límite Líquido Vs. Coeficiente de Compresibilidad

**Ilustración 15.**

Dispersión Límite Líquido Vs. Coeficiente de Recarga



La correlación es un término estadístico que mide la fuerza de relación existente entre dos variables; para determinar la correlación entre el coeficiente de compresibilidad y el límite líquido así como la correlación con el coeficiente de recarga en los suelos cohesivos del sector de la Unión de Esmeraldas se utilizará el método lineal de los mínimos cuadrados.

El método de los mínimos cuadrados proporciona un criterio para obtener la recta que mejor se ajuste a la representación de los puntos dispersos en el plano minimizando la discrepancia, su estructura es la siguiente.

$$y = mx + b \quad (3.29)$$

donde:

y = coeficiente de compresibilidad / coeficiente de recarga

x = límite líquido

m = pendiente de la recta

b = intercepción con el eje y

La recta obtenida a través de la técnica de regresión lineal por cuadrados mínimos puede ser calificada midiendo su grado de confiabilidad por medio del coeficiente de correlación lineal de datos (r).

El valor de “ r ” varía en un intervalo de (-1,1), de acuerdo a su valor se describe a continuación:

Si $r = 0$, la correlación lineal es nula, no hay asociación lineal y por mucho que varíe X , la variable Y no se verá afectada (de forma lineal).

Si $-1 < r < 0$, la correlación lineal será negativa y la recta será decreciente ya que el signo de r coincide con el de la pendiente; entonces si r es un valor cercano a 0 la relación es débil es decir de menor confiabilidad mientras que cuanto más se acerque a -1 la relación representa un grado de confiabilidad más fuerte.

Si $0 < r < 1$, la correlación lineal es positiva, la recta es creciente y cuando los valores de una variable crecen lo de la otra también crecerán. Se considera también que cuanto más se acerque a 0 más débil es la relación entre las variables y por ende su grado de confiabilidad y si el valor es próximo a 1 la relación podrá considerarse fuerte o más confiable.

Cálculo de variables:

Tabla 7.

Cálculo de variables - Métodos cuadrados: Límite Líquido Vs. Coeficiente de compresibilidad

No.	X	Y	X*Y	X ²
1	73.24	0.26	19.0424	5364.0976
2	73.24	0.44	32.2256	5364.0976
3	84.69	0.60	50.81464938	7172.579422
4	84.69	0.74	62.6714009	7172.579422
5	88.40	0.71	62.76476844	7814.751352
6	88.40	0.50	44.20054115	7814.751352
7	80.84	0.32	25.86929941	6535.357928
8	80.84	0.32	25.86929941	6535.357928
9	88.76	0.27	23.96554658	7878.56547
10	88.76	0.27	23.96554658	7878.56547
11	131.11	1.96	256.9832298	17190.85287

12	131.11	1.96	256.9832298	17190.85287
13	101.85	0.61	62.12950308	10373.75747
14	101.85	0.38	38.70362487	10373.75747
15	132.86	1.65	219.2148199	17651.10643
16	132.86	1.65	219.2148199	17651.10643
17	146.37	1.83	267.8552579	21423.88223
18	146.37	1.83	267.8552579	21423.88223
19	90.50	0.21	19.00447678	8189.799037
20	90.50	0.15	13.57462627	8189.799037
SUMATORIA	2037.25	16.66	1992.907898	219189.4996

Tabla 8.

Cálculo de variables - Métodos cuadrados: Límite Líquido Vs. Coeficiente de recarga

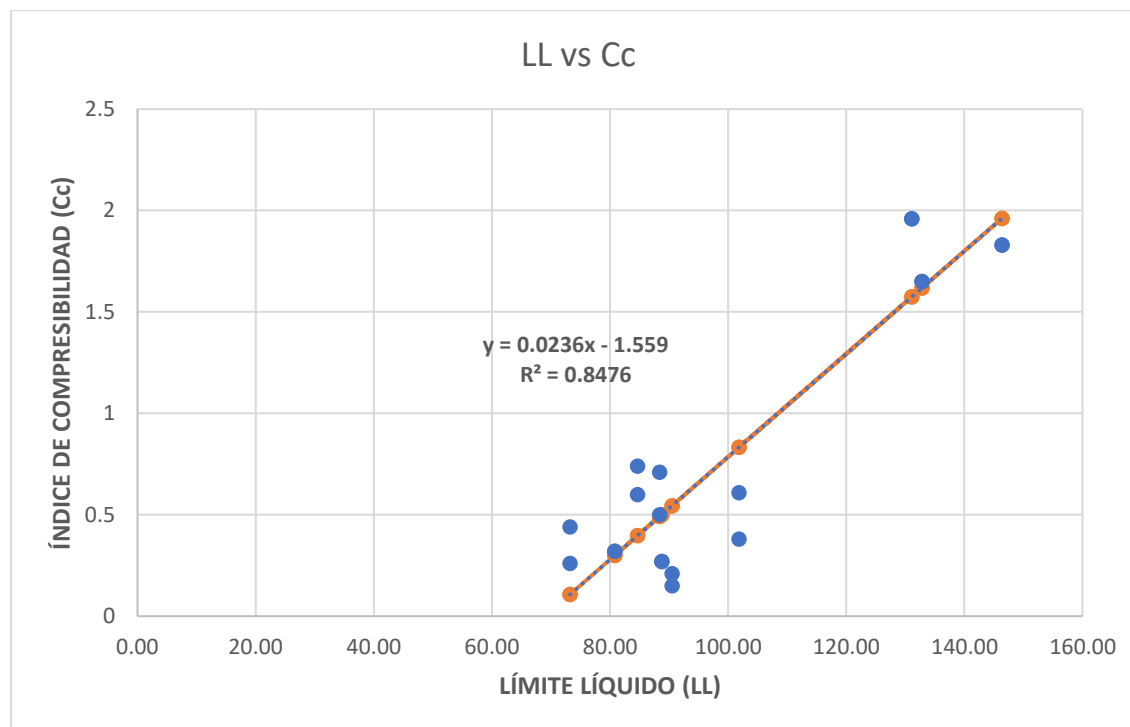
No.	X	Y	X*Y	X ²
1	73.24	0.07	5.05356	5364.0976
2	73.24	0.01	0.563948	5364.0976
3	84.69	0.05	4.200677682	7172.579422
4	84.69	0.02	1.405871966	7172.579422
5	88.40	0.03	2.934915932	7814.751352
6	88.40	0.01	0.813289957	7814.751352
7	80.84	0.03	2.73244475	6535.357928
8	80.84	0.02	1.827019271	6535.357928
9	88.76	0.04	3.168777825	7878.56547
10	88.76	0.03	2.840361076	7878.56547
11	131.11	0.12	15.156766	17190.85287
12	131.11	0.11	14.06852069	17190.85287
13	101.85	0.03	3.249067456	10373.75747
14	101.85	0.01	1.120368088	10373.75747
15	132.86	0.09	12.14317245	17651.10643

16	132.86	0.09	11.99702923	17651.10643
17	146.37	0.14	20.68193877	21423.88223
18	146.37	0.08	11.51923978	21423.88223
19	90.50	0.02	1.954746183	8189.799037
20	90.50	0.03	2.968318277	8189.799037
SUMATORIA	2037.25	1.03	120.4000334	219189.4996

Con los datos se construye la recta correspondiente de ajuste:

Ilustración 16.

Correlación Límite Líquido / Coeficiente de compresión Cc



El resultado es el siguiente:

$$m = 0.0236$$

$$b = -1.559$$

$r = 0.9205$

De la ecuación resultante es del tipo ($Y = mx + b$) entonces tenemos:

$$Cc = 0.0236 LL - 1.559 \quad (3.30)$$

Mientras que las ecuaciones obtenidas de otras investigaciones poseen la estructura

$$Y = a x (X \pm c) \quad (3.31)$$

Como $m = a$ y $c = b/m$, la ecuación queda expresada de la siguiente:

$$Cc = 0.0236 (LL - 66.05) \quad (3.32)$$

Con los resultados obtenidos es bastante oportuno realizar una comparación con los modelos matemáticos definidos por otros autores en suelos de características similares. En el cuadro a continuación se muestran los resultados:

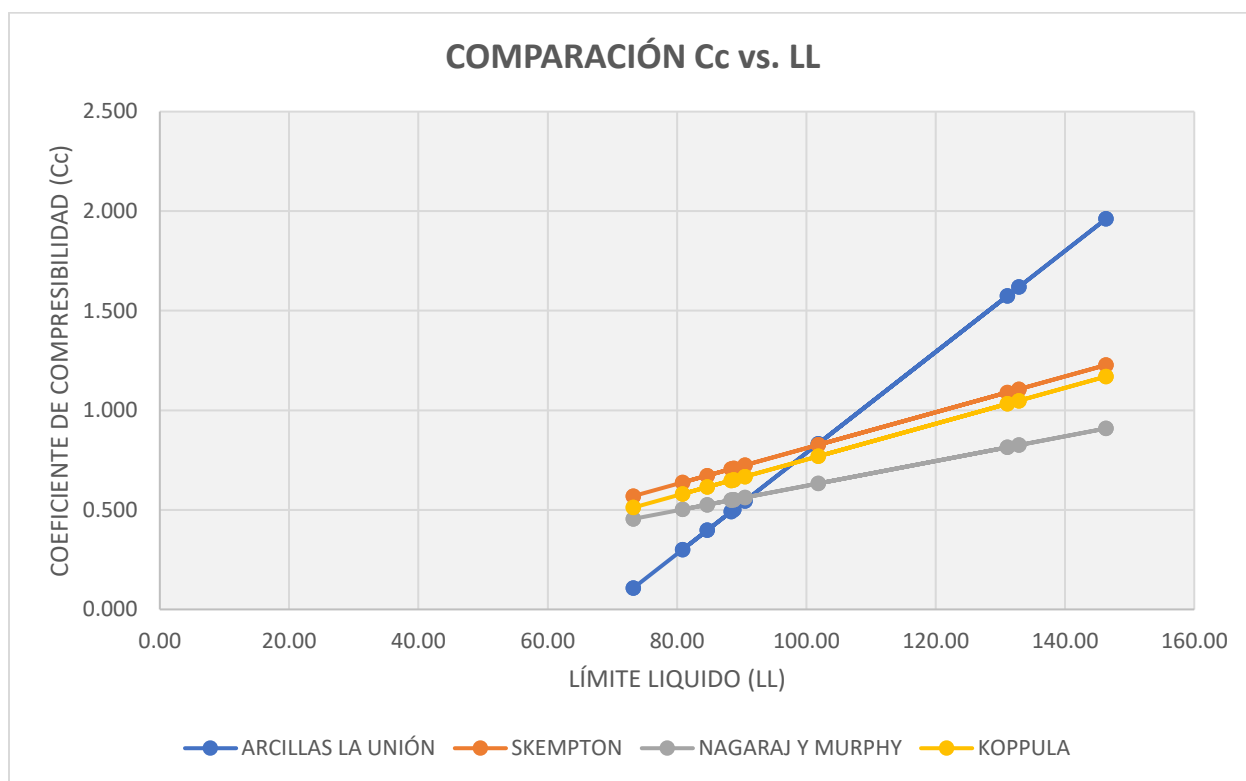
Tabla 9.

Comparación con las correlaciones existentes

	AUTOR	SKEMPTON	NAGARAJ Y MURPHY	KOPPULA
LL	$Cc = 0.0236(LL - 66.05)$	$Cc = 0.009(LL - 10)$	$Cc = 0.2343(LL/100) * GS$	$Cc = 0.009(LL - 16.4)$
73.24	0.107	0.569	0.455	0.12
84.69	0.398	0.672	0.526	0.615
88.40	0.492	0.706	0.549	0.648
80.84	0.300	0.638	0.502	0.580
88.76	0.501	0.709	0.551	0.651
131.11	1.575	1.090	0.814	1.032
101.85	0.833	0.827	0.632	0.769
132.86	1.619	1.106	0.825	1.048
146.37	1.961	1.227	0.909	1.170
90.50	0.545	0.724	0.562	0.667

Ilustración 17.

Gráfico de Comparación de Correlación entre índice de compresión primaria vs. Límite Líquido



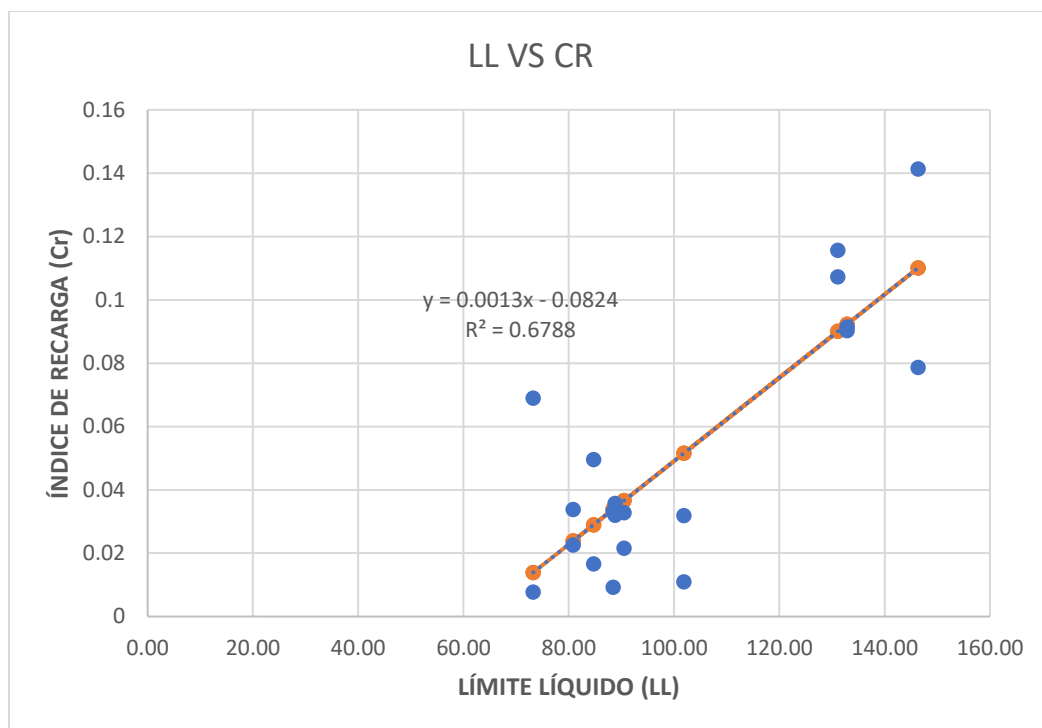
Las condiciones de las muestras de suelo con las cuales se obtuvieron las distintas correlaciones son diferentes en cuanto a su geología, geomorfología, composición mineralógica por lo cual los valores arrojados por las ecuaciones determinadas por los distintos autores no corresponden a la realidad de los suelos en la región aún cuando conciernan al mismo tipo de suelo en cuanto a su clasificación SUCS.

Los resultados obtenidos a través de las correlaciones nos permiten calcular los asentamientos en la zona de la Unión de Esmeraldas con mayor precisión.

Por otro lado también se determinó la correlación existente entre el coeficiente de recarga y el límite líquido como se muestra a continuación:

Ilustración 18.

Correlación Límite Líquido / Coeficiente de Recarga Cr



El resultado es el siguiente:

$$m = 0.0013$$

$$b = -0.082$$

$$r = 0.8238$$

De la ecuación resultante es del tipo ($Y = mx + b$) entonces tenemos:

$$Cr = 0.0013 LL - 1.0824 \quad (3.33)$$

Al no contar con bibliografía que correlacione el coeficiente de recarga con el límite líquido se hace imposible realizar un análisis comparativo, sin embargo estos datos muestran una primicia en su análisis y dan una idea clara del comportamiento de estos suelos durante la recarga.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

4.1. CONCLUSIONES:

Los suelos de la zona de La Unión de Esmeraldas que fueron ensayados para esta investigación en su totalidad corresponden a limos de alta compresibilidad (MH) y presentan las siguientes propiedades: contenido de humedad (% wn) varía entre 43.93% y 125.85%; Límite Líquido (LL): 73.24% a 146.37%, Relación de vacíos inicial (e_0)= 1.72 a 4.89.

Las muestras ensayadas presentan un alto límite líquido en promedio mayor a su porcentaje de humedad, correspondiendo a suelos plásticos de alta compresibilidad.

Las muestras objeto del presente estudio corresponden a suelos normalmente consolidados, es decir, las cargas aplicadas durante el ensayo son mayores a las que ha soportado el suelo durante su historia.

La correlación resultado de esta investigación es aplicable para suelos de características similares en la zona, es decir limos y arcillas altamente compresibles con límites líquidos entre 70% y 150%.

El coeficiente de correlación obtenido entre el coeficiente de compresión y el límite líquido fue de $r^2 = 0.8476$ mostrando un índice del 92% de confiabilidad para la ecuación obtenida.

El coeficiente de correlación obtenido entre el coeficiente de recarga y el límite líquido fue de $r^2 = 0.6788$ mostrando un índice del 82% de confiabilidad para la ecuación obtenida.

Las condiciones de las muestras de suelo con las cuales se obtuvieron las distintas correlaciones son diferentes en cuanto a su geología, geomorfología, composición mineralógica por lo cual los valores arrojados por las ecuaciones determinadas por los distintos autores no corresponden a la realidad de los suelos de la zona estudiada aún cuando conciernan al mismo tipo de suelo en cuanto a su clasificación SUCS.

De los resultados obtenidos en la investigación se puede determinar que la tendencia de la curva obtenida de la correlación entre el límite líquido y el coeficiente de compresibilidad presenta mayor pendiente frente a la de los autores citados.

El coeficiente de compresión en los suelos de la zona de la Unión de Esmeraldas incrementa al superar el límite líquido de 90.

Para suelos con un límite líquido mayor a 90 las ecuaciones determinadas por los otros autores arrojan valores de C_c menores a los obtenidos en la investigación lo cual se traduce en la proyección de asentamientos sub valorados.

Cuando no se supere el límite líquido de 90 se puede presumir que los valores de asentamientos derivados del C_c obtenido con la ecuación de la investigación serán más pequeños versus los obtenidos de las correlaciones de los otros autores.

Las ecuaciones de los distintos autores son aplicables siempre y cuando el valor de límite líquido del suelo no supere el valor de 90.

Los resultados obtenidos servirán de premisa para futuras investigaciones en suelos de la zona ya que al momento no se cuenta con datos que permitan realizar una comparación adecuada con los resultados obtenidos.

El coeficiente de compresibilidad C_c promedio en la investigación fue de 0.83, valor donde convergen las curvas de los otros autores.

Se debe tener en cuenta que los valores obtenidos en este estudio son de valor apreciativo y no reemplaza los ensayos definitivos sin embargo constituyen un instrumento muy útil para obtener resultados preliminares sobre el comportamiento del suelo en la zona, su correcto uso significará proyectos más económicos y seguros.

4.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el desarrollo de la investigación ampliando el número de muestras y zonas de estudio y así validar la ecuación propuesta en esta investigación.

Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser utilizados para la proyección de asentamientos por consolidación en la zona de la Unión de Esmeraldas.

5. BIBLIOGRAFÍA

Arely Rendón, M. d. (2015). Relación entre el índice de compresión y las propiedades índice de algunos suelos en la ciudad de Puebla. Puebla, México.

ASTM-D2216. (2022). Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

ASTM-D2435/D2435M. (2020). Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading1.

ASTM-D2487. (2021). Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

ASTM-D4318. (2021). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils1.

Cerro Arrieta, C. A., Contreras Gamarra, C. R., Guerrero Mulford, G., & Mercado Ferreira, F. (2002). CORRELACIÓN ENTRE EL LÍMITE LÍQUIDO Y EL ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD EN LAS ARCILLAS DEL DISTRITO DE BARRANQUILLA. BARRANQUILLA, COLOMBIA.

Consulting, G. (s.f.). Ensayo de consolidación de suelos y edometro. Obtenido de Geotecnia y mecanica de suelos: geotecniaymecanicasuelosabc

DAS, B. M. (2013). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Cuarta edición. CENAGE Learning.

Fernando, P. F. (2019). CORRELACIÓN ENTRE EL COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD VERSUS EL PORCENTAJE DE HUMEDAD, RELACIÓN DE VACÍOS Y EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS DEL BARRIO EL GARROCHAL. QUITO, ECUADOR.

Gonzalo, D. E. (2016). Manual de Geología para ingenieros. Manizales.

Molina Vinasco, G. M., Hernández López, E., & Castillo Restrepo, C. C. (2012). Determinación de la correlación entre el coeficiente de compresión y propiedades índice de suelos de expansión urbana de Pereira. Pereria, Colombia.

Rodrigo, Z. (s.f.). Caracterización de suelos arcillosos y limosos. Rosario, Argentina.

Universidad Europea de Madrid. (s.f.). Compresibilidad de Suelos. Madrid, España.

ANEXOS

RESULTADOS DE LABORATORIO

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 1
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.8	92.48
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	72.18	186.91
Masa del suelo seco+cáp (gr)	54.62	157.49
Masa del agua (gr)	17.56	29.42
Masa de suelo seco (gr)	36.82	65.01
Humedad (%)	47.69%	45.25%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.346 cm	Altura de la muestra	2.01 cm
Peso del anillo:	85.43 gr	volúmen de la muestra	63.57 cm ³
Área de la muestra	31.63 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	91.40 gr	Masa final de la muestra:	89.89 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	73.24	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	34.4	Pasa tamiz No. 200:	84.6
Índice Plástico:	38.84	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	61.886	gr
Hs=	0.738	cm
Hw₀=	0.933	cm
Hw_f=	0.885	cm
Hv=	1.272	cm
ΔH=	0.190	cm
H_f=	1.820	cm
e₀=	1.722	
e_f=	1.465	
S₀=	73.38%	
S₀=	81.88%	
γ_d=	0.97343	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 1
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.61	67.16
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	112.35	170.31
Masa del suelo seco+cáp (gr)	82.42	138.57
Masa del agua agua (gr)	29.93	31.74
Masa de suelo seco (gr)	63.81	71.41
Humedad (%)	46.90%	44.45%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.369 cm	Altura de la muestra	2.01 cm
Peso del anillo:	64.2 gr	volúmen de la muestra	64.04 cm ³
Área de la muestra	31.86 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	96.30 gr	Masa final de la muestra:	94.69 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	73.24	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	34.4	Pasa tamiz No. 200:	84.6
Índice Plástico:	38.84	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	65.553	gr
Hs=	0.776	cm
Hw₀=	0.965	cm
Hw_f=	0.915	cm
Hv=	1.234	cm
ΔH=	0.153	cm
H_f=	1.857	cm
e₀=	1.589	
e_f=	1.392	
S₀=	78.24%	
S₀=	84.62%	
γ_d=	1.023674	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

PROFUNDIDAD: 0.40 m

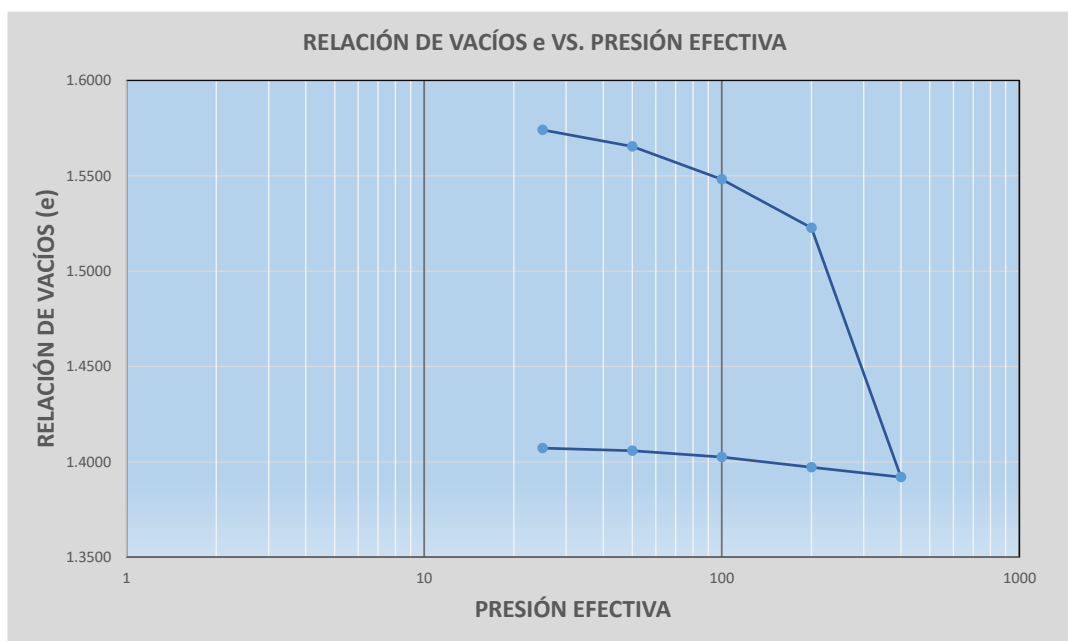
SONDEO: -----

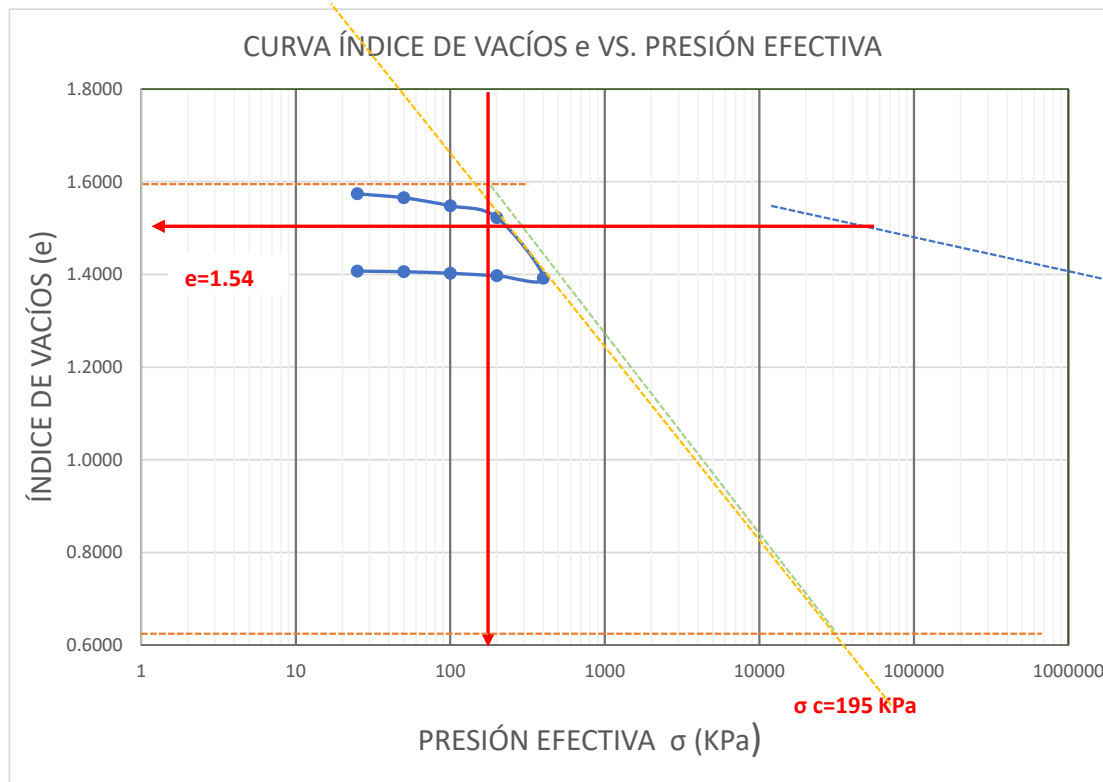
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	46.90%	Contenido final de agua (%):	44.45%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.59	Relación de vacíos final (e_f):	1.39
CC=	0.53	Cr=	0.01

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0147	1.5740
2	50	50	C	0.0114	0.0181	0.0067	0.0067	0.0181	0.0087	1.5654
3	100	100	C	0.0181	0.0315	0.0134	0.0134	0.0315	0.0173	1.5481
4	200	200	C	0.0315	0.0513	0.0197	0.0197	0.0513	0.0254	1.5227
5	400	400	C	0.0513	0.1528	0.1015	0.1015	0.1528	0.1307	1.3920
6	200	200	D	0.1528	0.1487	-0.0040	-0.0040	0.1487	-0.0052	1.3972
7	100	100	D	0.1487	0.1446	-0.0042	-0.0042	0.1446	-0.0053	1.4025
8	50	50	D	0.1446	0.1420	-0.0025	-0.0025	0.1420	-0.0033	1.4058
9	25	25	D	0.1420	0.1410	-0.0011	-0.0011	0.1410	-0.0014	1.4072





eo= 1.59

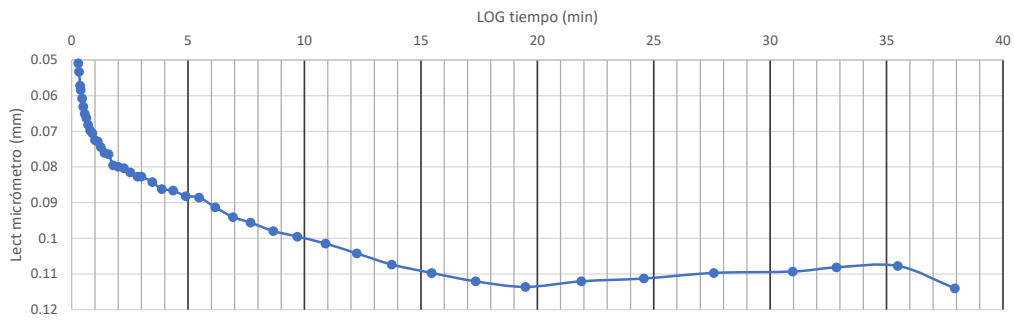
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv (cm ² /kg)
CARGA	1.5740	25		
	1.5654	50	0.0003	0.0001
	1.5481	100	0.0003	0.0001
	1.5227	200	0.0003	0.0001
	1.3920	400	0.0007	0.0003
DESCARGA	1.3972	200		
	1.4025	100		
	1.4058	50		
	1.4072	25		

e	σ (KPa)
1.59	195
0.6350	30000

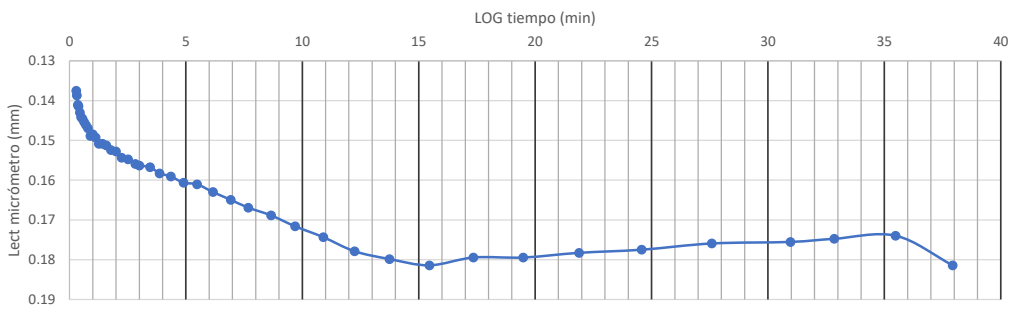
Cc=	0.4367
Cr=	0.0077

0.635485971

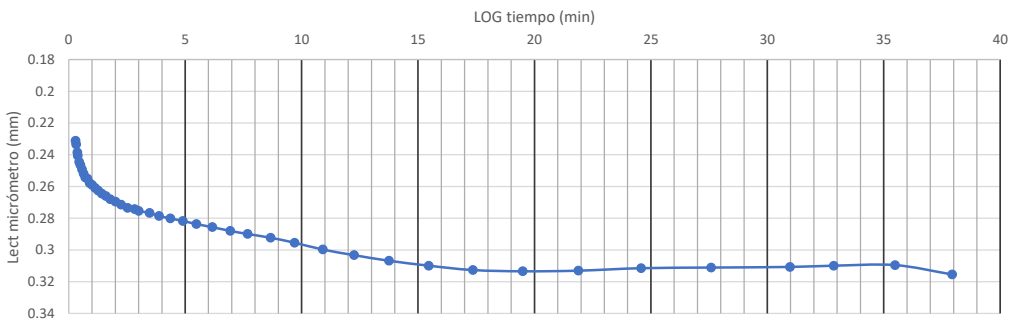
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



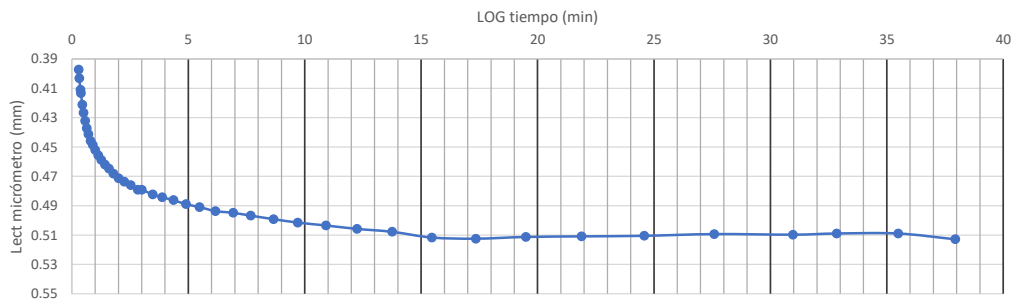
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



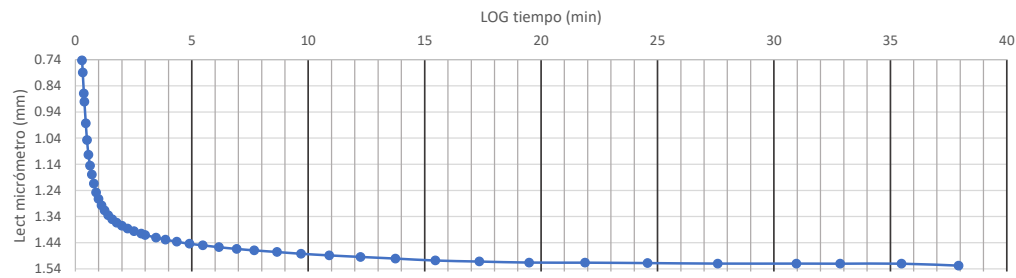
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C

FECHA DE ENSAYO:

PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.12	83.51
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	63.14	196.45
Masa del suelo seco+cáp (gr)	45.63	152.57
Masa del agua (gr)	17.51	43.88
Masa de suelo seco (gr)	27.51	69.06
Humedad (%)	63.65%	63.54%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.34 cm	Altura de la muestra	1.802 cm
Peso del anillo:	62.43 gr	volúmen de la muestra	56.89 cm ³
Área de la muestra	31.57 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	83.83 gr	Masa final de la muestra:	83.77 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	84.69	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	57.67	Pasa tamiz No. 200:	84.6
Índice Plástico:	27.02	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	51.225	gr
Hs=	0.612	cm
Hw₀=	1.033	cm
Hw_f=	1.031	cm
Hv=	1.190	cm
ΔH=	0.191	cm
H_f=	1.611	cm
e₀=	1.943	
e_f=	1.632	
S₀=	86.81%	
S_f=	103.19%	
γ_d=	0.900454	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

PROFUNDIDAD: 0.40 m

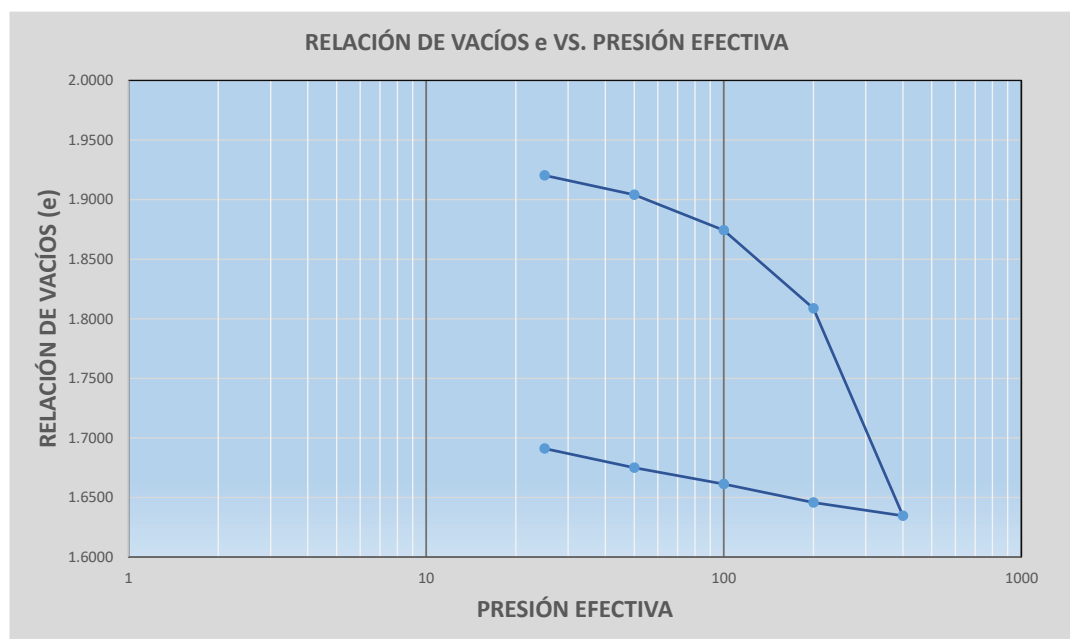
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

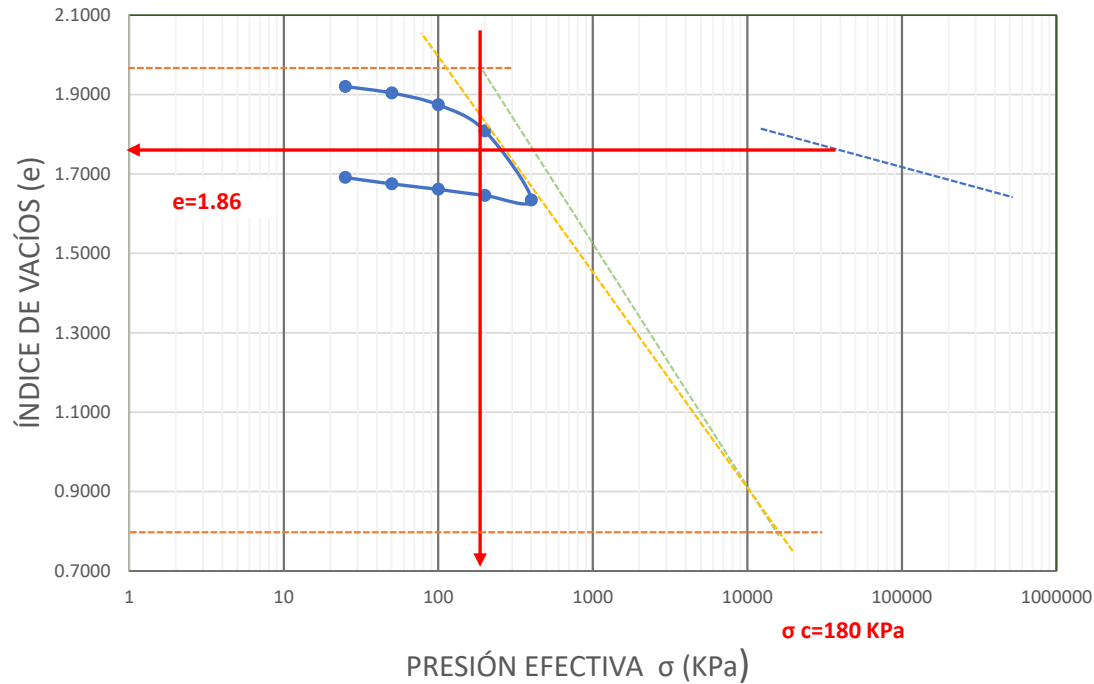
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	63.65%	Contenido final de agua (%):	63.54%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.94	Relación de vacíos final (e_f):	1.63
CC=	0.65	Cr=	0.05

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0008	0.0146	0.0139	0.0139	0.0139	0.0226	1.9203
2	50	50	C	0.0157	0.0257	0.0100	0.0100	0.0239	0.0163	1.9040
3	100	100	C	0.0257	0.0439	0.0182	0.0182	0.0421	0.0298	1.8742
4	200	200	C	0.0439	0.0840	0.0401	0.0401	0.0822	0.0655	1.8087
5	400	400	C	0.0840	0.1906	0.1065	0.1065	0.1888	0.1740	1.6347
6	200	200	D	0.1906	0.1838	-0.0068	-0.0068	0.1819	-0.0111	1.6458
7	100	100	D	0.1838	0.1743	-0.0095	-0.0095	0.1725	-0.0154	1.6613
8	50	50	D	0.1743	0.1659	-0.0084	-0.0084	0.1641	-0.0137	1.6750
9	25	25	D	0.1659	0.1560	-0.0099	-0.0099	0.1542	-0.0161	1.6911



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo= 1.94

TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	1.9203	25		
	1.9040	50	0.0007	0.0002
	1.8742	100	0.0006	0.0002
	1.8087	200	0.0007	0.0002
	1.6347	400	0.0009	0.0003
DESCARGA	1.6458	200		
	1.6613	100		
	1.6750	50		
	1.6911	25		

e	σ (KPa)
1.94	180
0.7770	16000

0.777184359

Cc=	0.5968
Cr=	0.0496

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

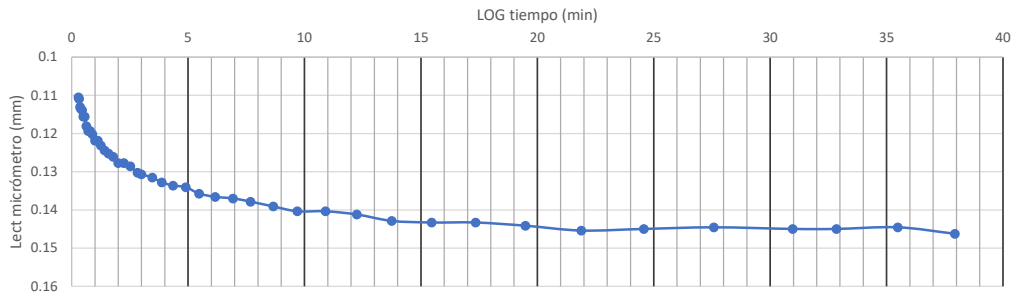
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

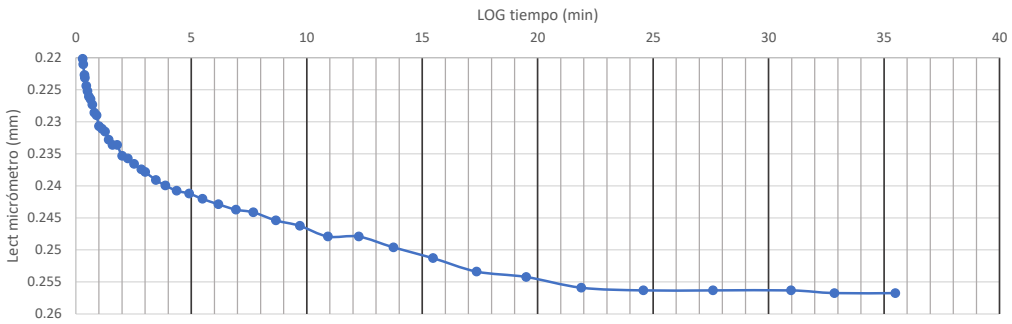
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0.007564	0	0.156735	0	0.256742	0	0.439109	0	0.8404
0.288675	0.110513	0.288675	0.220185	0.288675	0.382382	0.288675	0.688708	0.288675	1.014783
0.316228	0.110933	0.316228	0.221025	0.316228	0.384903	0.316228	0.695431	0.316228	1.103445
0.365148	0.113034	0.365148	0.222706	0.365148	0.388265	0.365148	0.704255	0.365148	1.312705
0.387298	0.113454	0.387298	0.223126	0.387298	0.389105	0.387298	0.707617	0.387298	1.436664
0.447214	0.113874	0.447214	0.224387	0.447214	0.392047	0.447214	0.716021	0.447214	1.571548
0.5	0.115555	0.5	0.225227	0.5	0.394148	0.5	0.721904	0.5	1.611887
0.562731	0.115555	0.562731	0.226068	0.562731	0.395408	0.562731	0.726946	0.562731	1.642982
0.632456	0.118076	0.632456	0.226488	0.632456	0.397509	0.632456	0.733249	0.632456	1.666093
0.707107	0.119337	0.707107	0.227328	0.707107	0.39919	0.707107	0.738712	0.707107	1.685002
0.795822	0.119337	0.795822	0.228589	0.795822	0.401291	0.795822	0.743334	0.795822	1.703071
0.894427	0.120177	0.894427	0.229009	0.894427	0.402972	0.894427	0.748376	0.894427	1.718198
1	0.121858	1	0.23069	1	0.403812	1	0.753419	1	1.730804
1.125463	0.121858	1.125463	0.23111	1.125463	0.405913	1.125463	0.758461	1.125463	1.74383
1.258306	0.123119	1.258306	0.23153	1.258306	0.407174	1.258306	0.762243	1.258306	1.754335
1.414214	0.124379	1.414214	0.232791	1.414214	0.408855	1.414214	0.766865	1.414214	1.76484
1.586401	0.12522	1.586401	0.233631	1.586401	0.410115	1.586401	0.771487	1.586401	1.774505
1.779513	0.12606	1.779513	0.233631	1.779513	0.411796	1.779513	0.775269	1.779513	1.784169
2	0.127741	2	0.235312	2	0.413477	2	0.779471	2	1.792573
2.243509	0.127741	2.243509	0.235732	2.243509	0.413897	2.243509	0.783253	2.243509	1.800977
2.519921	0.128581	2.519921	0.236573	2.519921	0.415578	2.519921	0.787455	2.519921	1.808541
2.828427	0.130262	2.828427	0.237413	2.828427	0.416418	2.828427	0.790396	2.828427	1.815264
3	0.130682	3	0.237833	3	0.417679	3	0.792497	3	1.819046
3.464102	0.131523	3.464102	0.239094	3.464102	0.41936	3.464102	0.796699	3.464102	1.82745
3.872983	0.132783	3.872983	0.239934	3.872983	0.4202	3.872983	0.800061	3.872983	1.833753
4.358899	0.133624	4.358899	0.240775	4.358899	0.421461	4.358899	0.803002	4.358899	1.839636
4.898979	0.134044	4.898979	0.241195	4.898979	0.422301	4.898979	0.806364	4.898979	1.844678
5.477226	0.135725	5.477226	0.242035	5.477226	0.423562	5.477226	0.808885	5.477226	1.850141
6.164414	0.136565	6.164414	0.242876	6.164414	0.424822	6.164414	0.811406	6.164414	1.854763
6.928203	0.136985	6.928203	0.243716	6.928203	0.426083	6.928203	0.814348	6.928203	1.859385
7.681146	0.137826	7.681146	0.244136	7.681146	0.426923	7.681146	0.816869	7.681146	1.863587
8.660254	0.139086	8.660254	0.245397	8.660254	0.427764	8.660254	0.81897	8.660254	1.867789
9.69536	0.140347	9.69536	0.246237	9.69536	0.428604	9.69536	0.821491	9.69536	1.871991
10.908712	0.140347	10.908712	0.247918	10.908712	0.430285	10.908712	0.823592	10.908712	1.875353
12.247449	0.141187	12.247449	0.247918	12.247449	0.431125	12.247449	0.825693	12.247449	1.878714
13.747727	0.142868	13.747727	0.249599	13.747727	0.432386	13.747727	0.827374	13.747727	1.882076
15.459625	0.143288	15.459625	0.25128	15.459625	0.433226	15.459625	0.829475	15.459625	1.885858
17.349352	0.143288	17.349352	0.253381	17.349352	0.434487	17.349352	0.831576	17.349352	1.888799
19.493589	0.144129	19.493589	0.254221	19.493589	0.435327	19.493589	0.834097	19.493589	1.892581
21.886069	0.145389	21.886069	0.255902	21.886069	0.436588	21.886069	0.835778	21.886069	1.895522
24.576411	0.144969	24.576411	0.256322	24.576411	0.437008	24.576411	0.836618	24.576411	1.898884
27.586228	0.144549	27.586228	0.256322	27.586228	0.437428	27.586228	0.838299	27.586228	1.900985
30.967725	0.144969	30.967725	0.256322	30.967725	0.438269	30.967725	0.83956	30.967725	1.903506
32.848135	0.144969	32.848135	0.256742	32.848135	0.438689	32.848135	0.83998	32.848135	1.903926
35.48239	0.144549	35.48239	0.256742	35.48239	0.439109	35.48239	0.8404	35.48239	1.905607
37.934153	0.14623								
40.975602	0.14707								
43.806392	0.14707								
46.465041	0.14707								
48.979588	0.14665								
51.371198	0.14623								
53.656314	0.14665								
55.848008	0.148331								
57.956881	0.149171								
59.991666	0.148331								
61.959664	0.14749								
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
61.959664	1.560203	7.681146	1.65895	13.747727	1.74299	7.681146	1.837535		

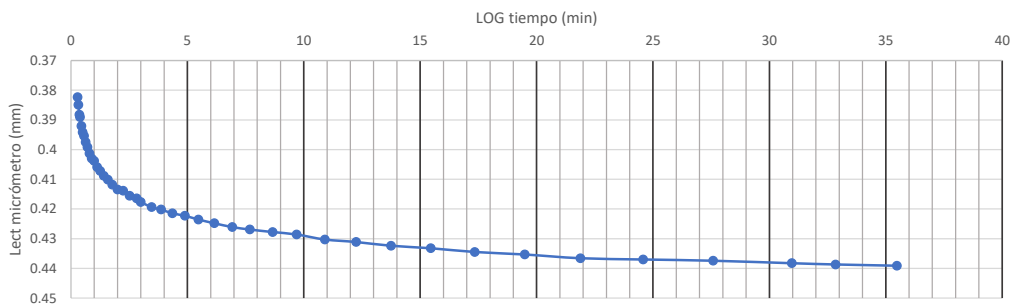
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



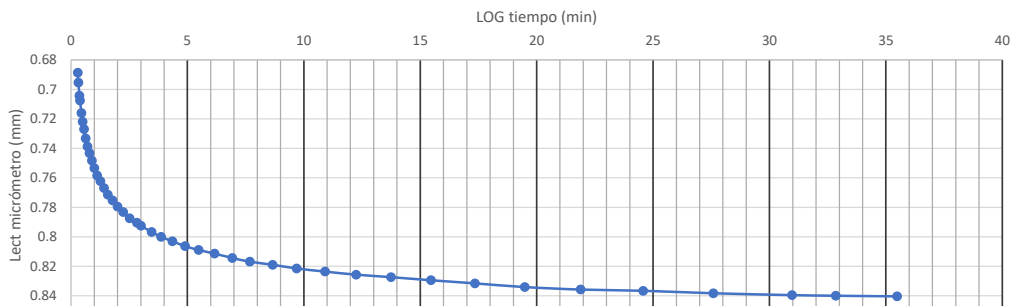
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



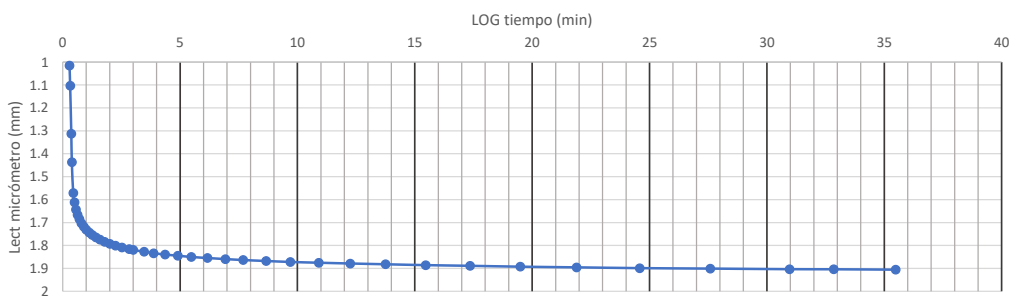
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 2
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.52	50.78
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	66.2	143.5
Masa del suelo seco+cáp (gr)	46.61	106.06
Masa del agua (gr)	19.59	37.44
Masa de suelo seco (gr)	29.09	55.28
Humedad (%)	67.34%	67.73%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.339 cm	Altura de la muestra	2.004 cm
Peso del anillo:	85.43 gr	volúmen de la muestra	63.25 cm ³
Área de la muestra	31.56 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	87.55 gr	Masa final de la muestra:	87.75 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	84.69	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	57.67	Pasa tamiz No. 200:	84.6
Índice Plástico:	27.02	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	52.318	gr
Hs=	0.626	cm
Hw₀=	1.116	cm
Hw_f=	1.123	cm
Hv=	1.378	cm
ΔH=	0.270	cm
H_f=	1.734	cm
e₀=	2.204	
e_f=	1.771	
S₀=	80.99%	
S_f=	101.32%	
γ_d=	0.827218	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 02

PROFUNDIDAD: 0.40 m

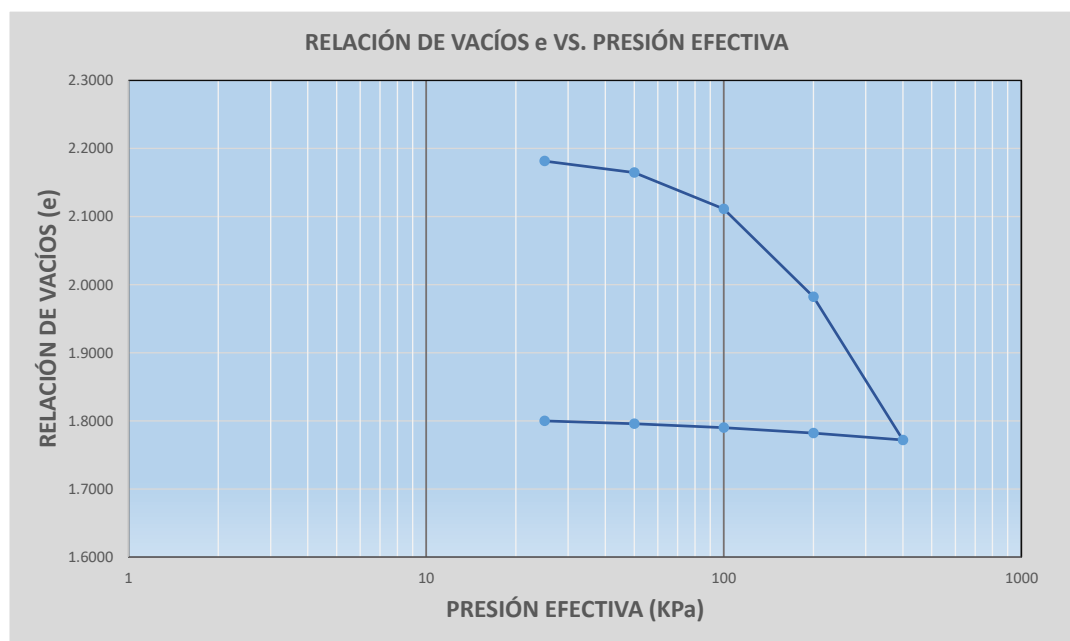
SONDEO: -----

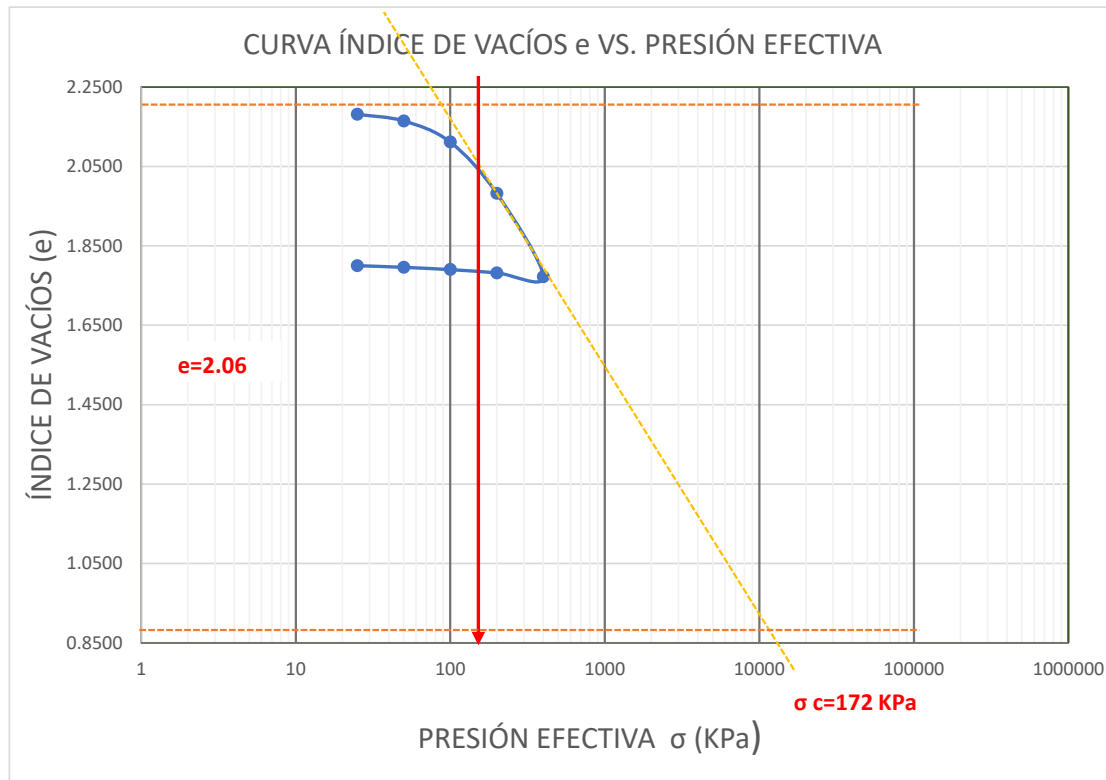
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	67.34%	Contenido final de agua (%):	67.73%
Relación de vacíos inicial (e_0):	2.20	Relación de vacíos final (e_f):	1.77
CC=	0.79	Cr=	0.02

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.0220	2.1815
2	50	50	C	0.0137	0.0243	0.0106	0.0106	0.0243	0.0169	2.1646
3	100	100	C	0.0247	0.0581	0.0334	0.0334	0.0577	0.0534	2.1113
4	200	200	C	0.0581	0.1389	0.0808	0.0808	0.1385	0.1291	1.9821
5	400	400	C	0.1389	0.2703	0.1314	0.1314	0.2699	0.2101	1.7720
6	200	200	D	0.2703	0.2641	-0.0062	-0.0062	0.2637	-0.0100	1.7820
7	100	100	D	0.2641	0.2590	-0.0051	-0.0051	0.2586	-0.0081	1.7901
8	50	50	D	0.2590	0.2555	-0.0036	-0.0036	0.2550	-0.0057	1.7958
9	25	25	D	0.2555	0.2528	-0.0027	-0.0027	0.2523	-0.0043	1.8002





eo= 2.20

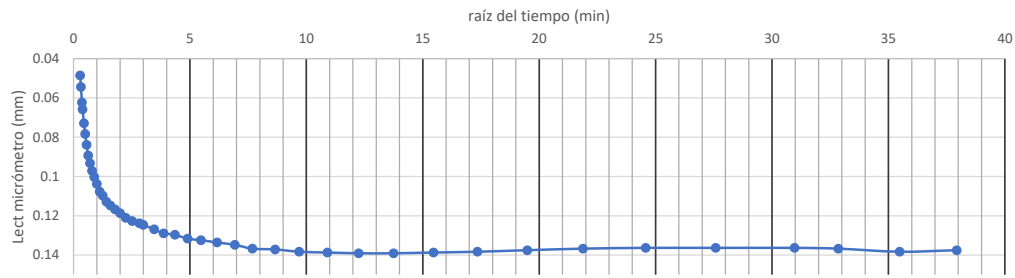
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	2.1815	25		
	2.1646	50	0.0007	0.0002
	2.1113	100	0.0011	0.0003
	1.9821	200	0.0013	0.0004
	1.7720	400	0.0011	0.0003
DESCARGA	1.7820	200		
	1.7901	100		
	1.7958	50		
	1.8002	25		

e	σ (KPa)
2.2	172
0.8800	10250

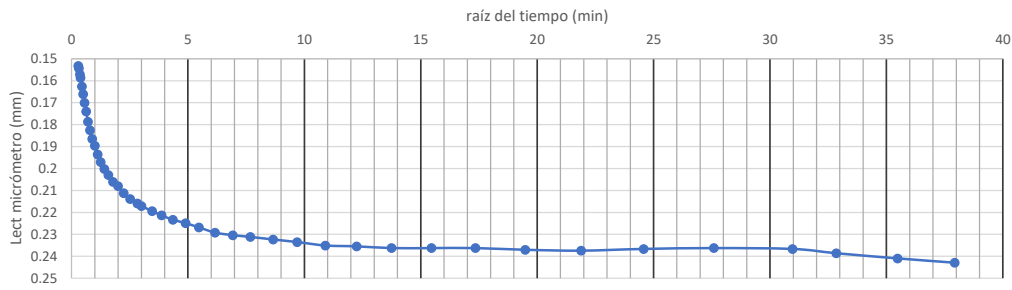
0.88140279

Cc=	0.7436
Cr=	0.0166

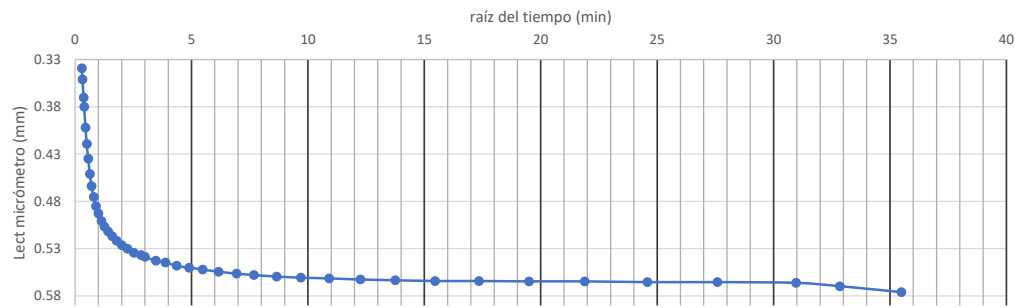
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



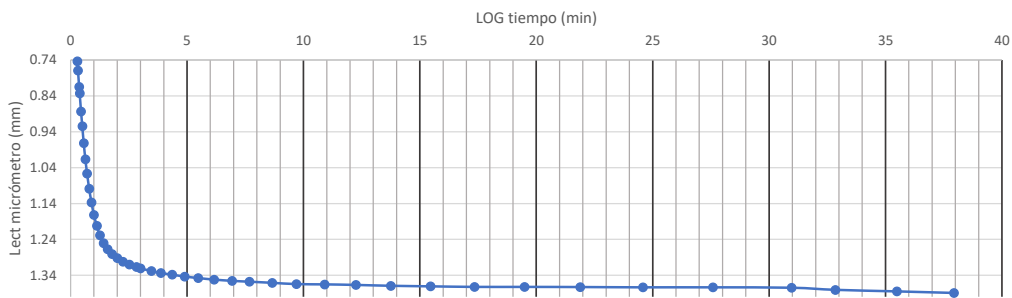
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



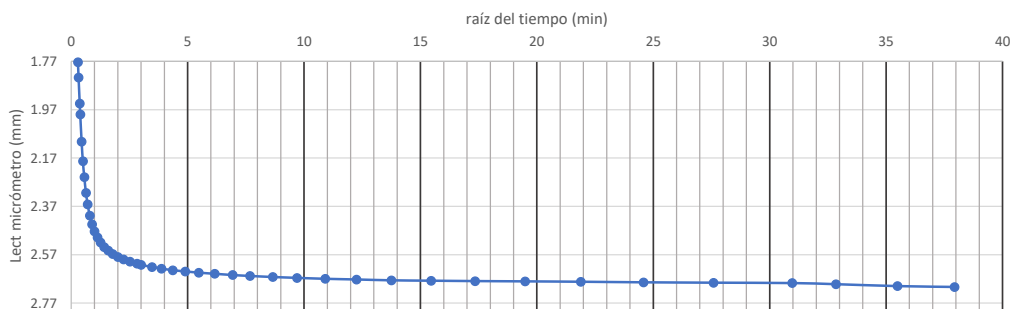
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 3.1
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 03

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	16.53	80.34
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	70.49	168.46
Masa del suelo seco+cáp (gr)	49.71	134.09
Masa del agua (gr)	20.78	34.37
Masa de suelo seco (gr)	33.18	53.75
Humedad (%)	62.63%	63.94%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.364 cm	Altura de la muestra	1.821 cm
Peso del anillo:	144.33 gr	volúmen de la muestra	57.92 cm ³
Área de la muestra	31.81 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	81.91 gr	Masa final de la muestra:	82.57 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	88.4	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	60.05	Pasa tamiz No. 200:	91
Índice Plástico:	28.35	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	50.366	gr
Hs=	0.598	cm
Hw₀=	0.992	cm
Hw_f=	1.012	cm
Hv=	1.223	cm
ΔH=	0.262	cm
H_f=	1.559	cm
e₀=	2.048	
e_f=	1.610	
S₀=	81.05%	
S_f=	105.25%	
γ_d=	0.869523	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 02

PROFUNDIDAD: 0.40 m

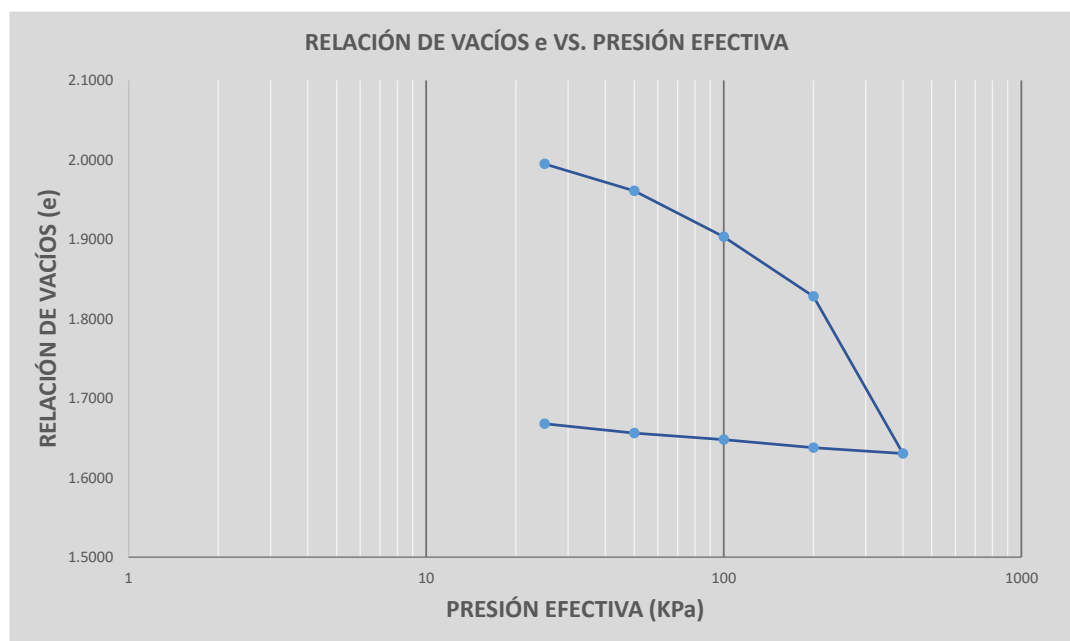
SONDEO: -----

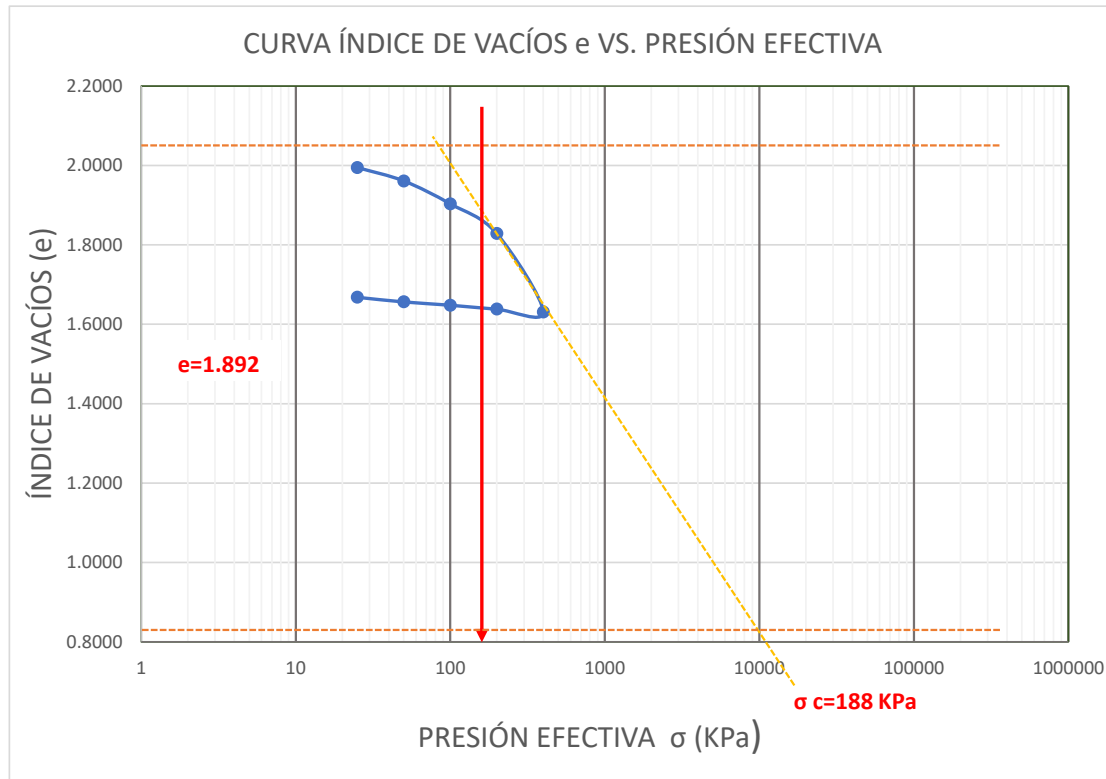
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	62.63%	Contenido final de agua (%):	63.94%
Relación de vacíos inicial (e_0):	2.05	Relación de vacíos final (e_f):	1.61
CC=	0.80	Cr=	0.03

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_o (cm)	D_f (cm)	DF - D_o	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0316	0.0315	0.0315	0.0315	0.0528	1.9949
2	50	50	C	0.0360	0.0562	0.0203	0.0203	0.0518	0.0339	1.9610
3	100	100	C	0.0563	0.0907	0.0345	0.0345	0.0863	0.0577	1.9033
4	200	200	C	0.0974	0.1422	0.0448	0.0448	0.1311	0.0750	1.8283
5	400	400	C	0.1433	0.2615	0.1182	0.1182	0.2493	0.1978	1.6304
6	200	200	D	0.2615	0.2571	-0.0045	-0.0045	0.2448	-0.0075	1.6379
7	100	100	D	0.2571	0.2511	-0.0060	-0.0060	0.2388	-0.0101	1.6479
8	50	50	D	0.2511	0.2462	-0.0049	-0.0049	0.2339	-0.0082	1.6562
9	25	25	D	0.2462	0.2391	-0.0070	-0.0070	0.2269	-0.0117	1.6679





$e_o = 2.05$

TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	a_v (cm ² /kg)	m_v (cm ² /kg)
CARGA	1.9949	25		
	1.9610	50	0.0014	0.0004
	1.9033	100	0.0012	0.0004
	1.8283	200	0.0008	0.0002
	1.6304	400	0.0010	0.0003
DESCARGA	1.6379	200		
	1.6479	100		
	1.6562	50		
	1.6679	25		

e	σ (KPa)
2.05	188
0.8200	10000

$C_c =$	0.7127
$C_r =$	0.0332

0.819058839

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: 0.40 m

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

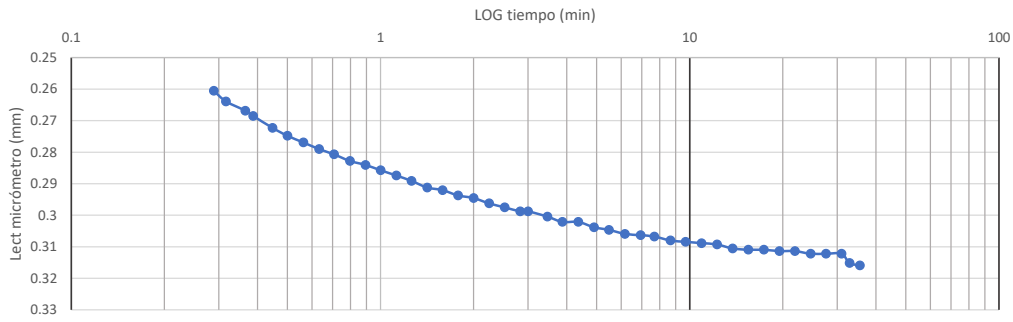
NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

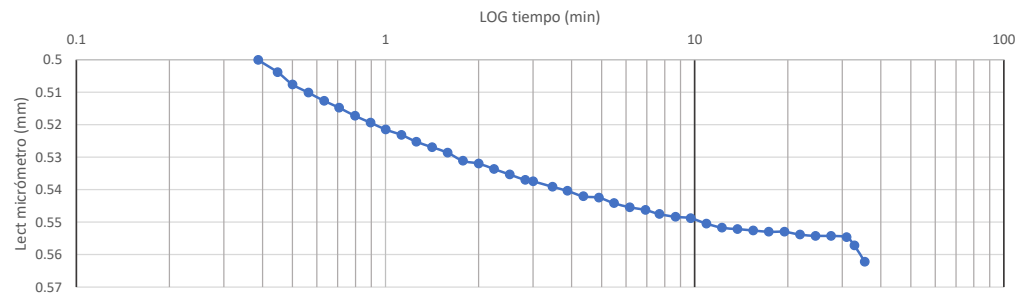
FECHA DE ENSAYO:

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0.00042	0	0.359691	0	0.562648	0	0.974024	0	1.433302
0.288675	0.260524	0.288675	0.489113	0.288675	0.785774	0.288675	1.277828	0.288675	2.138818
0.316228	0.263886	0.316228	0.493315	0.316228	0.799641	0.316228	1.284131	0.316228	2.170753
0.365148	0.266827	0.365148	0.497937	0.365148	0.812247	0.365148	1.293796	0.365148	2.219076
0.387298	0.268508	0.387298	0.500038	0.387298	0.815608	0.387298	1.296737	0.387298	2.239246
0.447214	0.272229	0.447214	0.50382	0.447214	0.824853	0.447214	1.305982	0.447214	2.284207
0.5	0.274811	0.5	0.507602	0.5	0.829475	0.5	1.311444	0.5	2.312361
0.562731	0.276912	0.562731	0.510123	0.562731	0.834097	0.562731	1.318588	0.562731	2.337573
0.632456	0.279013	0.632456	0.512644	0.632456	0.83956	0.632456	1.324891	0.632456	2.359423
0.707107	0.280694	0.707107	0.514745	0.707107	0.842501	0.707107	1.329933	0.707107	2.378332
0.795822	0.282795	0.795822	0.517266	0.795822	0.846703	0.795822	1.335816	0.795822	2.397241
0.894427	0.284055	0.894427	0.519367	0.894427	0.850485	0.894427	1.340858	0.894427	2.413629
1	0.285736	1	0.521468	1	0.853426	1	1.346321	1	2.427075
1.125463	0.287417	1.125463	0.523149	1.125463	0.856788	1.125463	1.350943	1.125463	2.440942
1.258306	0.289098	1.258306	0.52525	1.258306	0.859729	1.258306	1.355145	1.258306	2.452287
1.414214	0.291199	1.414214	0.526931	1.414214	0.862671	1.414214	1.359767	1.414214	2.464053
1.586401	0.292039	1.586401	0.528612	1.586401	0.865192	1.586401	1.36481	1.586401	2.474558
1.779513	0.29372	1.779513	0.531133	1.779513	0.867713	1.779513	1.368171	1.779513	2.484643
2	0.29456	2	0.531973	2	0.870234	2	1.371953	2	2.493467
2.243509	0.296241	2.243509	0.533654	2.243509	0.873176	2.243509	1.375735	2.243509	2.502291
2.519921	0.297502	2.519921	0.535335	2.519921	0.874436	2.519921	1.379517	2.519921	2.510695
2.828427	0.298762	2.828427	0.537016	2.828427	0.877378	2.828427	1.382458	2.828427	2.519099
3	0.298762	3	0.537436	3	0.878638	3	1.384139	3	2.522881
3.464102	0.300443	3.464102	0.539117	3.464102	0.880739	3.464102	1.388341	3.464102	2.531705
3.872983	0.302124	3.872983	0.540377	3.872983	0.882	3.872983	1.390862	3.872983	2.538008
4.358899	0.302124	4.358899	0.542058	4.358899	0.884521	4.358899	1.393383	4.358899	2.544311
4.898979	0.303805	4.898979	0.542478	4.898979	0.886202	4.898979	1.395484	4.898979	2.550194
5.477226	0.304645	5.477226	0.544159	5.477226	0.887042	5.477226	1.398426	5.477226	2.554816
6.164414	0.305906	6.164414	0.54542	6.164414	0.888723	6.164414	1.400947	6.164414	2.559438
6.928203	0.306326	6.928203	0.54626	6.928203	0.889984	6.928203	1.403048	6.928203	2.564481
7.681146	0.306746	7.681146	0.547521	7.681146	0.890824	7.681146	1.404729	7.681146	2.567422
8.660254	0.308007	8.660254	0.548361	8.660254	0.892505	8.660254	1.405989	8.660254	2.571624
9.69536	0.308427	9.69536	0.548781	9.69536	0.893345	9.69536	1.40767	9.69536	2.575406
10.908712	0.308847	10.908712	0.550462	10.908712	0.895026	10.908712	1.409351	10.908712	2.577927
12.247449	0.309267	12.247449	0.551723	12.247449	0.895446	12.247449	1.410191	12.247449	2.581289
13.747727	0.310528	13.747727	0.552143	13.747727	0.896707	13.747727	1.411872	13.747727	2.58423
15.459625	0.310948	15.459625	0.552563	15.459625	0.897127	15.459625	1.413133	15.459625	2.586331
17.349352	0.310948	17.349352	0.552983	17.349352	0.897547	17.349352	1.413973	17.349352	2.588852
19.493589	0.311368	19.493589	0.552983	19.493589	0.898808	19.493589	1.415234	19.493589	2.591794
21.886069	0.311368	21.886069	0.553824	21.886069	0.898808	21.886069	1.416074	21.886069	2.593895
24.576411	0.312209	24.576411	0.554244	24.576411	0.899228	24.576411	1.417335	24.576411	2.595996
27.586228	0.312209	27.586228	0.554244	27.586228	0.900489	27.586228	1.417755	27.586228	2.598097
30.967725	0.312209	30.967725	0.554664	30.967725	0.900489	30.967725	1.418595	30.967725	2.599357
32.848135	0.31515	32.848135	0.557185	32.848135	0.90301	32.848135	1.419436	32.848135	2.600198
35.48239	0.315885	35.48239	0.562228	35.48239	0.907212	35.48239	1.422377	35.48239	2.602719
								37.934153	2.60524
								40.975602	2.607341
								43.806392	2.608602
								46.465041	2.609442
								48.979588	2.609442
								51.371198	2.609862
								53.656314	2.611963
								55.848008	2.614064
								57.956881	2.614064
								59.991666	2.614064
								61.959664	2.615325
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
30.967725	2.391358	8.660254	2.461532	12.247449	2.510695	12.247449	2.570784		

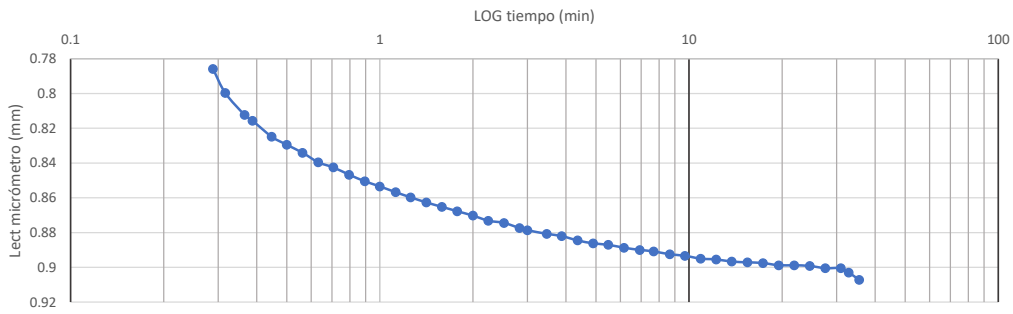
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



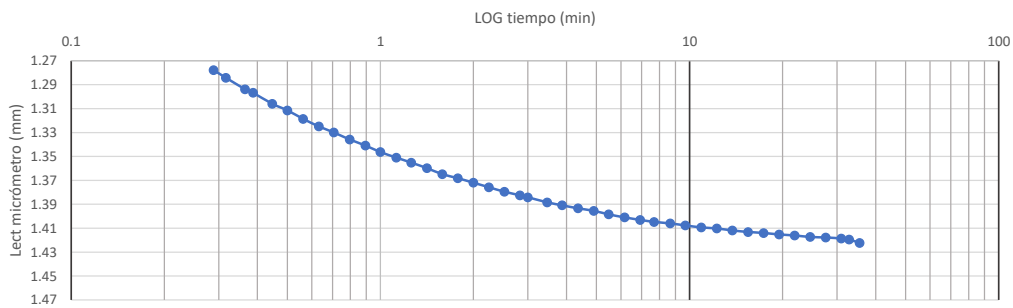
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



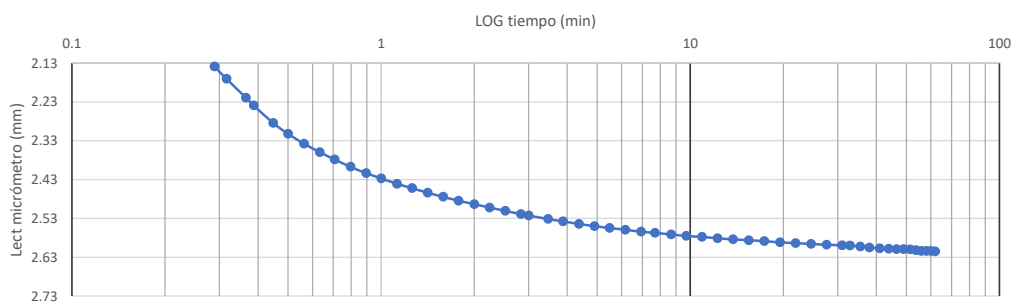
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 3.1
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 03

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.08	91.1
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	80.08	167.8641
Masa del suelo seco+cáp (gr)	54.66	137.6
Masa del agua (gr)	25.42	30.2641
Masa de suelo seco (gr)	37.58	46.5
Humedad (%)	67.64%	65.08%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.346 cm	Altura de la muestra	2.01 cm
Peso del anillo:	85.43 gr	volúmen de la muestra	63.57 cm ³
Área de la muestra	31.63 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	91.40 gr	Masa final de la muestra:	90.01 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	88.4	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	60.05	Pasa tamiz No. 200:	91
Índice Plástico:	28.35	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	54.521	gr
Hs=	0.650	cm
Hw₀=	1.166	cm
Hw_f=	1.122	cm
Hv=	1.360	cm
ΔH=	0.153	cm
H_f=	1.857	cm
e₀=	2.090	
e_f=	1.855	
S₀=	85.76%	
S_f=	92.97%	
γ_d=	0.857583	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 3

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 03

PROFUNDIDAD: 0.40 m

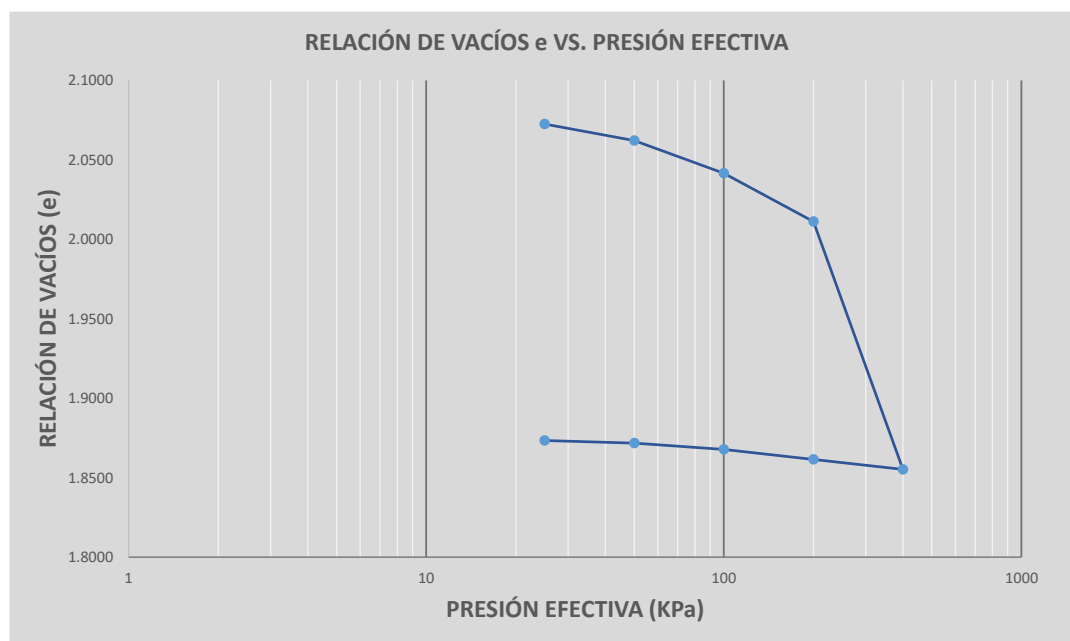
SONDEO: -----

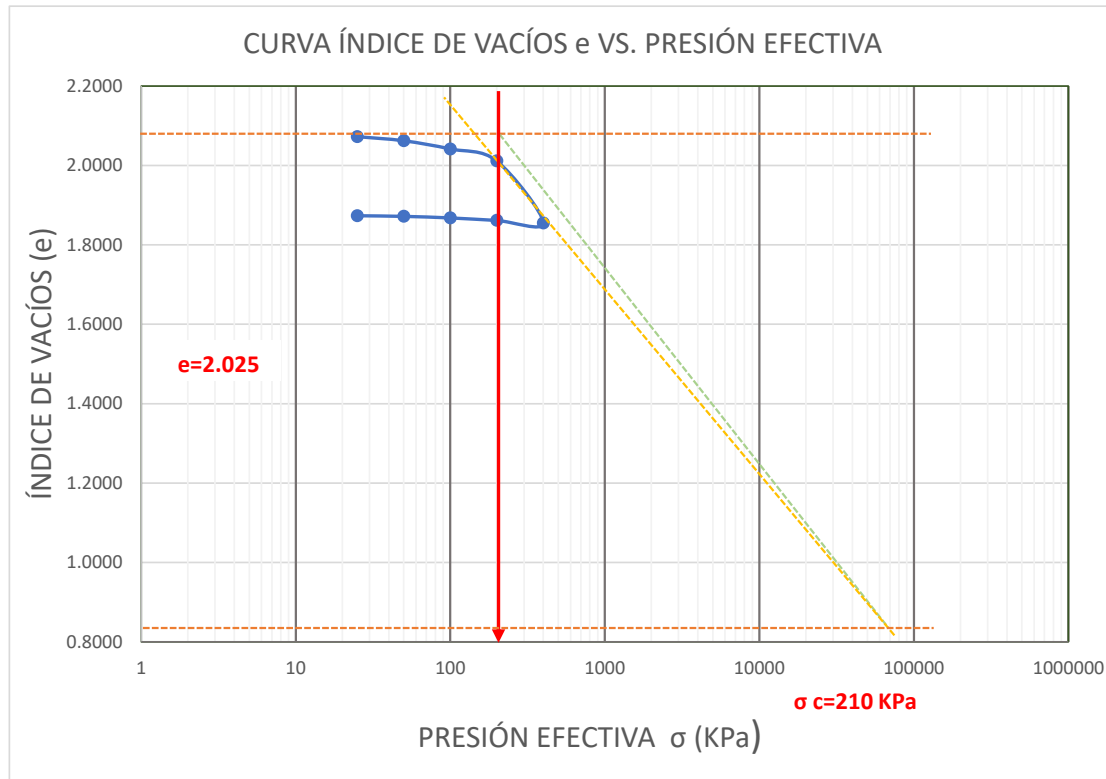
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	67.64%	Contenido final de agua (%):	65.08%
Relación de vacíos inicial (e_0):	2.09	Relación de vacíos final (e_f):	1.86
CC=	0.62	Cr=	0.01

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0175	2.0726
2	50	50	C	0.0114	0.0181	0.0067	0.0067	0.0181	0.0104	2.0622
3	100	100	C	0.0181	0.0315	0.0134	0.0134	0.0315	0.0206	2.0416
4	200	200	C	0.0315	0.0513	0.0197	0.0197	0.0513	0.0304	2.0112
5	400	400	C	0.0513	0.1528	0.1015	0.1015	0.1528	0.1560	1.8552
6	200	200	D	0.1528	0.1487	-0.0040	-0.0040	0.1487	-0.0062	1.8614
7	100	100	D	0.1487	0.1446	-0.0042	-0.0042	0.1446	-0.0064	1.8678
8	50	50	D	0.1446	0.1420	-0.0025	-0.0025	0.1420	-0.0039	1.8717
9	25	25	D	0.1420	0.1410	-0.0011	-0.0011	0.1410	-0.0016	1.8734





$e_o = 2.09$

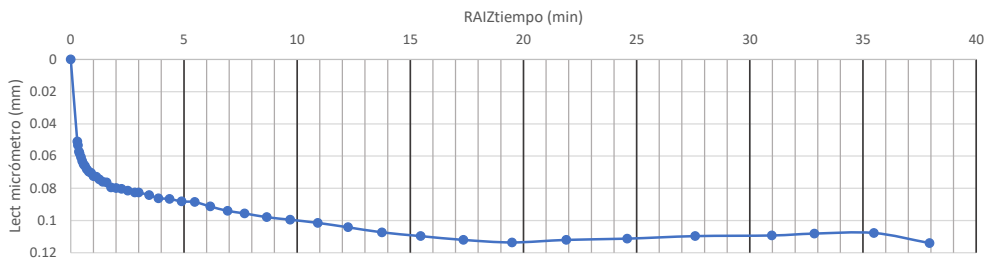
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	a_v (cm ² /kg)	m_v (cm ² /kg)
CARGA	2.0726	25		
	2.0622	50	0.0004	0.0001
	2.0416	100	0.0004	0.0001
	2.0112	200	0.0003	0.0001
	1.8552	400	0.0008	0.0003
DESCARGA	1.8614	200		
	1.8678	100		
	1.8717	50		
	1.8734	25		

e	σ (KPa)
2.09	210
0.8360	70000

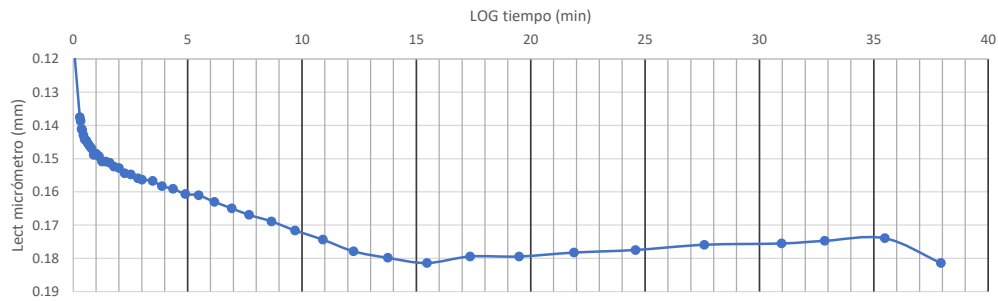
$C_c = 0.4971$

$C_r = 0.0092$

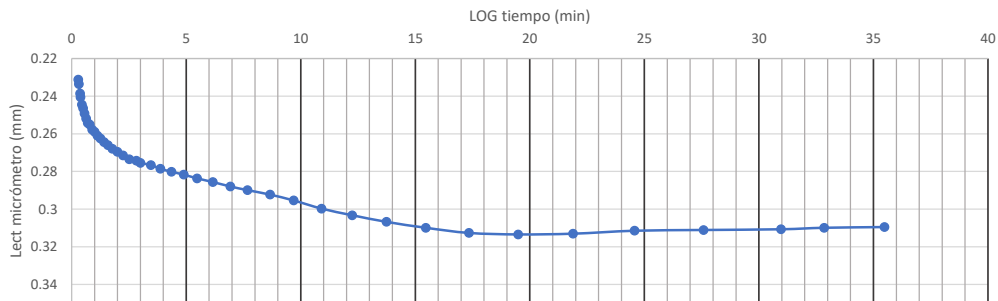
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



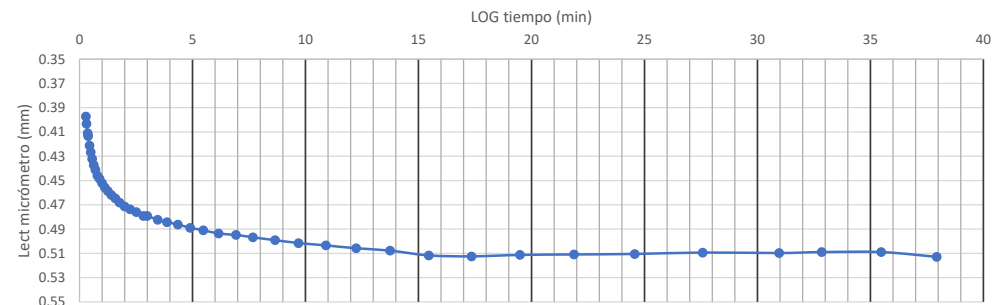
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



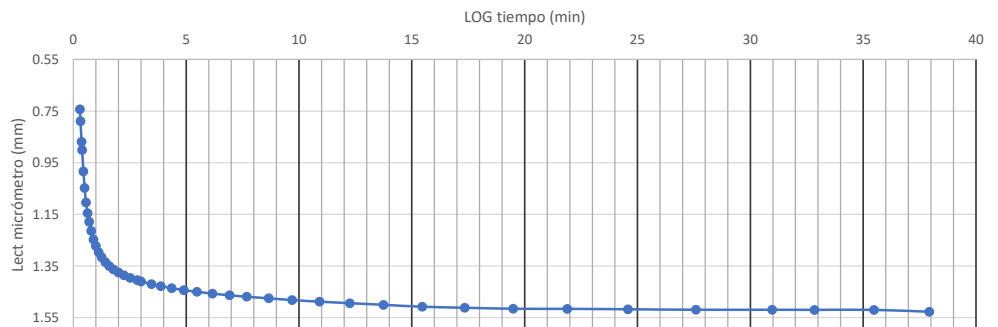
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 4.1 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C

NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**

DESCRIPCIÓN: CALICATA 04 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	16.53	80.34
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	70.49	168.54
Masa del suelo seco+cáp (gr)	49.71	134.09
Masa del agua (gr)	20.78	34.45
Masa de suelo seco (gr)	33.18	53.75
Humedad (%)	62.63%	64.09%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.339 cm	Altura de la muestra	1.843 cm
Peso del anillo:	67.18 gr	volúmen de la muestra	58.16 cm ³
Área de la muestra	31.56 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	87.52 gr	Masa final de la muestra:	88.31 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	80.84	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	66.87	Pasa tamiz No. 200:	97.6
Índice Plástico:	13.97	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	53.816	gr
Hs=	0.643	cm
Hw₀=	1.068	cm
Hw_f=	1.093	cm
Hv=	1.200	cm
ΔH=	0.153	cm
H_f=	1.690	cm
e₀=	1.864	
e_f=	1.627	
S₀=	89.03%	
S_f=	104.41%	
γ_d=	0.925241	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 4.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 04

PROFUNDIDAD: 0.40 m

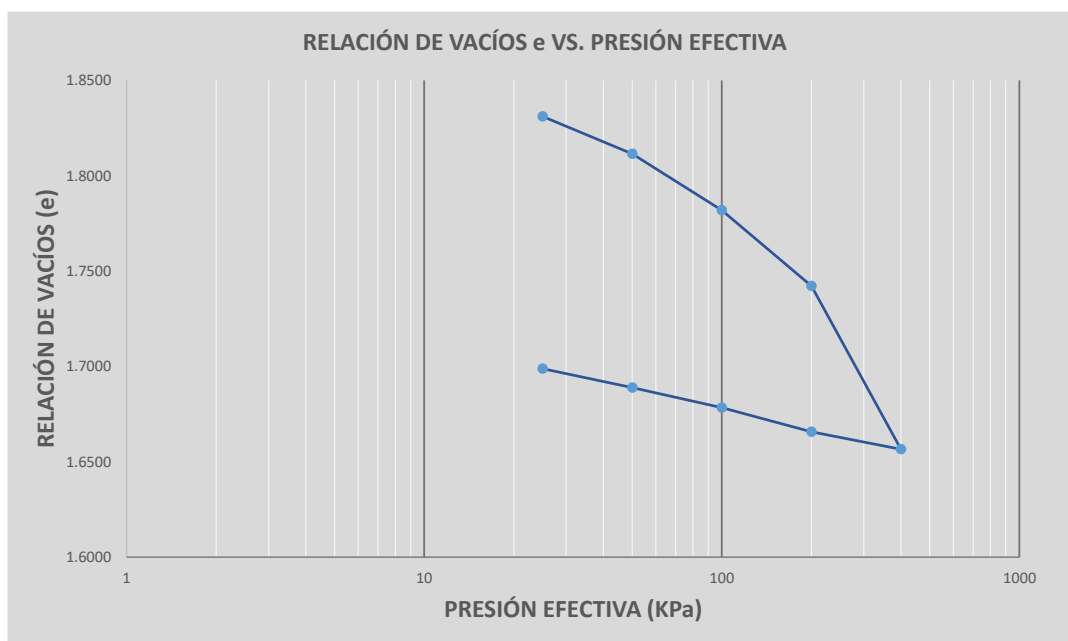
SONDEO: -----

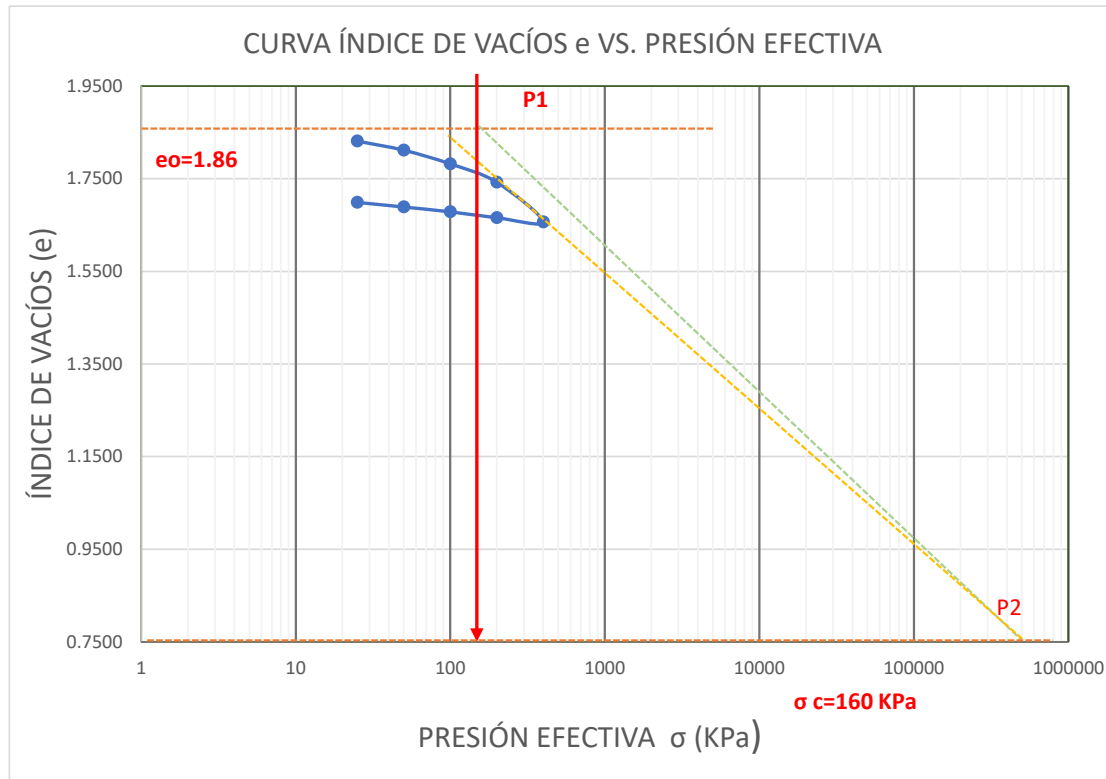
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	62.63%	Contenido final de agua (%):	64.09%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.86	Relación de vacíos final (e_f):	1.63
CC=	0.34	Cr=	0.03

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0212	0.0212	0.0212	0.0212	0.0330	1.8311
2	50	50	C	0.0210	0.0337	0.0126	0.0126	0.0339	0.0197	1.8115
3	100	100	C	0.0336	0.0526	0.0190	0.0190	0.0529	0.0295	1.7820
4	200	200	C	0.0524	0.0779	0.0256	0.0256	0.0784	0.0397	1.7422
5	400	400	C	0.0779	0.1331	0.0551	0.0551	0.1336	0.0857	1.6566
6	200	200	D	0.1331	0.1272	-0.0059	-0.0059	0.1277	-0.0091	1.6657
7	100	100	D	0.1272	0.1190	-0.0082	-0.0082	0.1195	-0.0127	1.6784
8	50	50	D	0.1190	0.1123	-0.0067	-0.0067	0.1128	-0.0104	1.6888
9	25	25	D	0.1123	0.1059	-0.0064	-0.0064	0.1064	-0.0099	1.6988





eo=	1.86			
0.40eo=	0.75			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	1.8311	25		
	1.8115	50	0.0008	0.0003
	1.7820	100	0.0006	0.0002
	1.7422	200	0.0004	0.0001
	1.6566	400	0.0004	0.0001
DESCARGA	1.6657	200		
	1.6784	100		
	1.6888	50		
	1.6988	25		

e	σ (KPa)
1.86	160
0.7456	500000

Cc=	0.3189
Cr=	0.0338

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 3

PROFUNDIDAD: 0.40 m

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

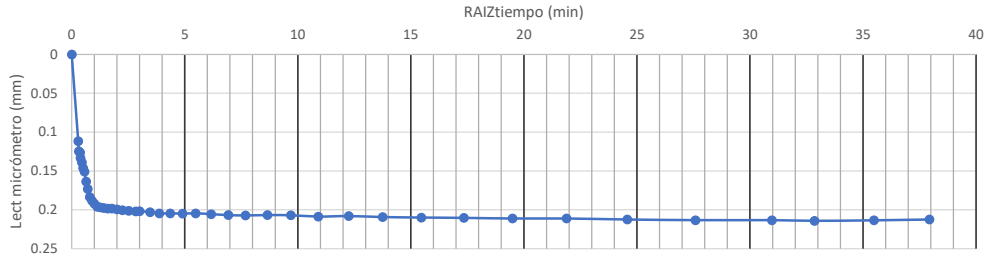
NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

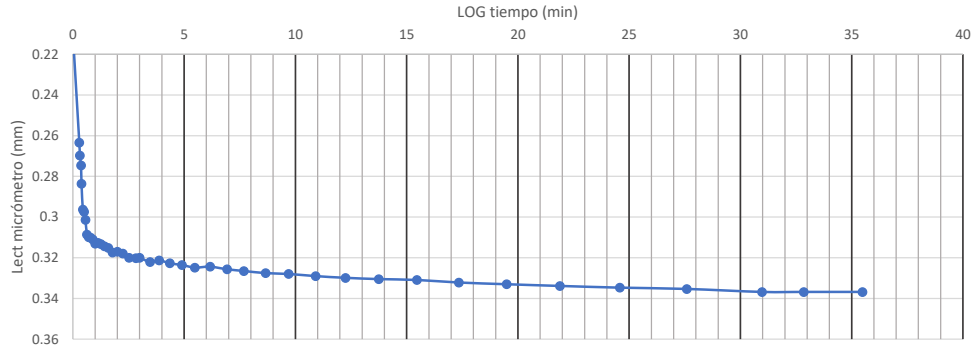
FECHA DE ENSAYO:

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.21031	0	0.33616	0	0.523779	0	0.779261
0.288675	0.111737	0.288675	0.263384	0.288675	0.44117	0.288675	0.673371	0.288675	1.104286
0.316228	0.124678	0.316228	0.269754	0.316228	0.45117	0.316228	0.683455	0.316228	1.11269
0.365148	0.126149	0.365148	0.274645	0.365148	0.459321	0.365148	0.692279	0.365148	1.124665
0.387298	0.133199	0.387298	0.283595	0.387298	0.462951	0.387298	0.695431	0.387298	1.130128
0.447214	0.13888	0.447214	0.296326	0.447214	0.469363	0.447214	0.701314	0.447214	1.141053
0.5	0.146191	0.5	0.297376	0.5	0.471675	0.5	0.704885	0.5	1.149247
0.562731	0.150771	0.562731	0.301376	0.562731	0.471464	0.562731	0.708037	0.562731	1.157861
0.632456	0.163502	0.632456	0.308637	0.632456	0.473565	0.632456	0.711819	0.632456	1.166055
0.707107	0.173082	0.707107	0.309897	0.707107	0.476717	0.707107	0.71497	0.707107	1.174039
0.795822	0.183502	0.795822	0.310108	0.795822	0.476507	0.795822	0.717702	0.795822	1.181813
0.894427	0.188233	0.894427	0.310948	0.894427	0.479868	0.894427	0.720223	0.894427	1.189166
1	0.192183	1	0.313049	1	0.481339	1	0.722744	1	1.195679
1.125463	0.196023	1.125463	0.312629	1.125463	0.480289	1.125463	0.725055	1.125463	1.202822
1.258306	0.196654	1.258306	0.313259	1.258306	0.48218	1.258306	0.727576	1.258306	1.209336
1.414214	0.197494	1.414214	0.31431	1.414214	0.48344	1.414214	0.729887	1.414214	1.215639
1.586401	0.198334	1.586401	0.31515	1.586401	0.486382	1.586401	0.732199	1.586401	1.221942
1.779513	0.198334	1.779513	0.317461	1.779513	0.485961	1.779513	0.73493	1.779513	1.227824
2	0.199385	2	0.317041	2	0.487432	2	0.736401	2	1.233287
2.243509	0.200435	2.243509	0.317881	2.243509	0.488482	2.243509	0.738291	2.243509	1.23938
2.519921	0.201276	2.519921	0.319982	2.519921	0.492474	2.519921	0.740602	2.519921	1.244632
2.828427	0.201906	2.828427	0.320192	2.828427	0.491214	2.828427	0.742704	2.828427	1.249255
3	0.201696	3	0.319982	3	0.492474	3	0.743544	3	1.252196
3.464102	0.202957	3.464102	0.322083	3.464102	0.493315	3.464102	0.746485	3.464102	1.258289
3.872983	0.204637	3.872983	0.321243	3.872983	0.496676	3.872983	0.747746	3.872983	1.262281
4.358899	0.204427	4.358899	0.322714	4.358899	0.497727	4.358899	0.749847	4.358899	1.267113
4.898979	0.204847	4.898979	0.323554	4.898979	0.496466	4.898979	0.750897	4.898979	1.271315
5.477226	0.204427	5.477226	0.324815	5.477226	0.499828	5.477226	0.752788	5.477226	1.275937
6.164414	0.205478	6.164414	0.324394	6.164414	0.500038	6.164414	0.754469	6.164414	1.279299
6.928203	0.206738	6.928203	0.325655	6.928203	0.499618	6.928203	0.75699	6.928203	1.283501
7.681146	0.207159	7.681146	0.326495	7.681146	0.500878	7.681146	0.758251	7.681146	1.286652
8.660254	0.206738	8.660254	0.327546	8.660254	0.502139	8.660254	0.758251	8.660254	1.289804
9.69536	0.206949	9.69536	0.327966	9.69536	0.50319	9.69536	0.760142	9.69536	1.292745
10.908712	0.208629	10.908712	0.329017	10.908712	0.50403	10.908712	0.760562	10.908712	1.298208
12.247449	0.207999	12.247449	0.329857	12.247449	0.507602	12.247449	0.762243	12.247449	1.301149
13.747727	0.20926	13.747727	0.330487	13.747727	0.506971	13.747727	0.764764	13.747727	1.303881
15.459625	0.20989	15.459625	0.330908	15.459625	0.509493	15.459625	0.765394	15.459625	1.306612
17.349352	0.21031	17.349352	0.332168	17.349352	0.509282	17.349352	0.767495	17.349352	1.308923
19.493589	0.211151	19.493589	0.333009	19.493589	0.511173	19.493589	0.768756	19.493589	1.313125
21.886069	0.211151	21.886069	0.333849	21.886069	0.511594	21.886069	0.770647	21.886069	1.316907
24.576411	0.212411	24.576411	0.334689	24.576411	0.512854	24.576411	0.772748	24.576411	1.319638
27.586228	0.213252	27.586228	0.33532	27.586228	0.513484	27.586228	0.774008	27.586228	1.324891
30.967725	0.213252	30.967725	0.33679	30.967725	0.515585	30.967725	0.77716	30.967725	1.327622
32.848135	0.214092	32.848135	0.33679	32.848135	0.515796	32.848135	0.77758	32.848135	1.328042
35.48239	0.213462	35.48239	0.33679	35.48239	0.516426	35.48239	0.779471	35.48239	1.330563
37.934153	0.212411			37.934153	0.514955				
				40.975602	0.516006				
				43.806392	0.518947				
				46.465041	0.519787				
				48.979588	0.521258				
				51.371198	0.519577				
				53.656314	0.519577				
				55.848008	0.519998				
				57.956881	0.522939				
				59.991666	0.52483				
				61.959664	0.52588				
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
12.247449	1.058904	7.681146	1.122774	9.69536	1.190006	7.681146	1.271735		

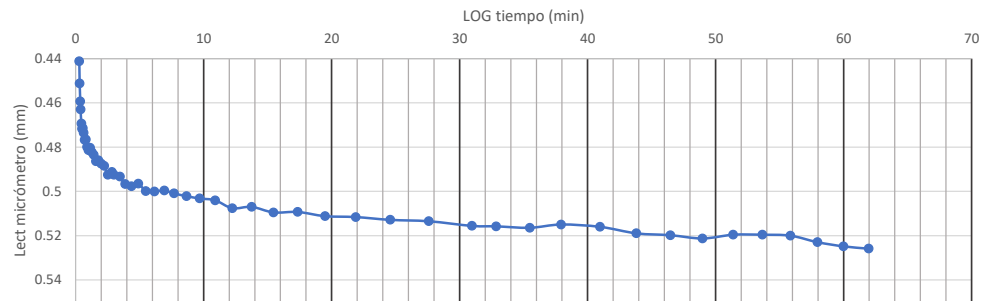
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



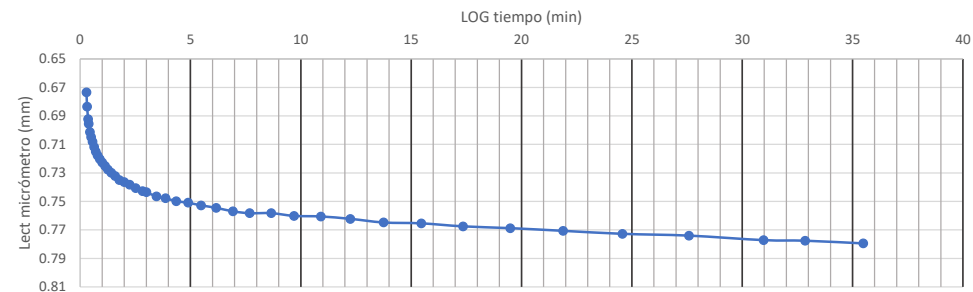
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



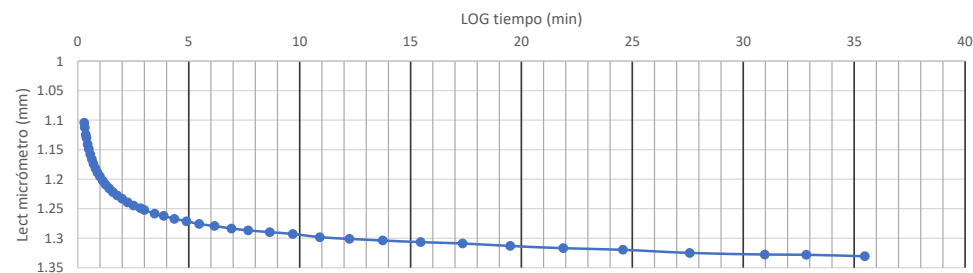
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 4
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 04

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.96	79.24
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	59.64	164.54
Masa del suelo seco+cáp (gr)	43.58	130.99
Masa del agua (gr)	16.06	33.55
Masa de suelo seco (gr)	25.62	51.75
Humedad (%)	62.69%	64.83%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.369 cm	Altura de la muestra	1.814 cm
Peso del anillo:	62.38 gr	volúmen de la muestra	57.79 cm ³
Área de la muestra	31.86 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	88.07 gr	Masa final de la muestra:	89.23 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	80.84	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	66.87	Pasa tamiz No. 200:	97.6
Índice Plástico:	13.97	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	54.135	gr
Hs=	0.641	cm
Hw₀=	1.065	cm
Hw_f=	1.102	cm
Hv=	1.173	cm
ΔH=	0.153	cm
H_f=	1.661	cm
e₀=	1.829	
e_f=	1.591	
S₀=	90.82%	
S_f=	108.00%	
γ_d=	0.93672	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 4.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 04

PROFUNDIDAD: 0.40 m

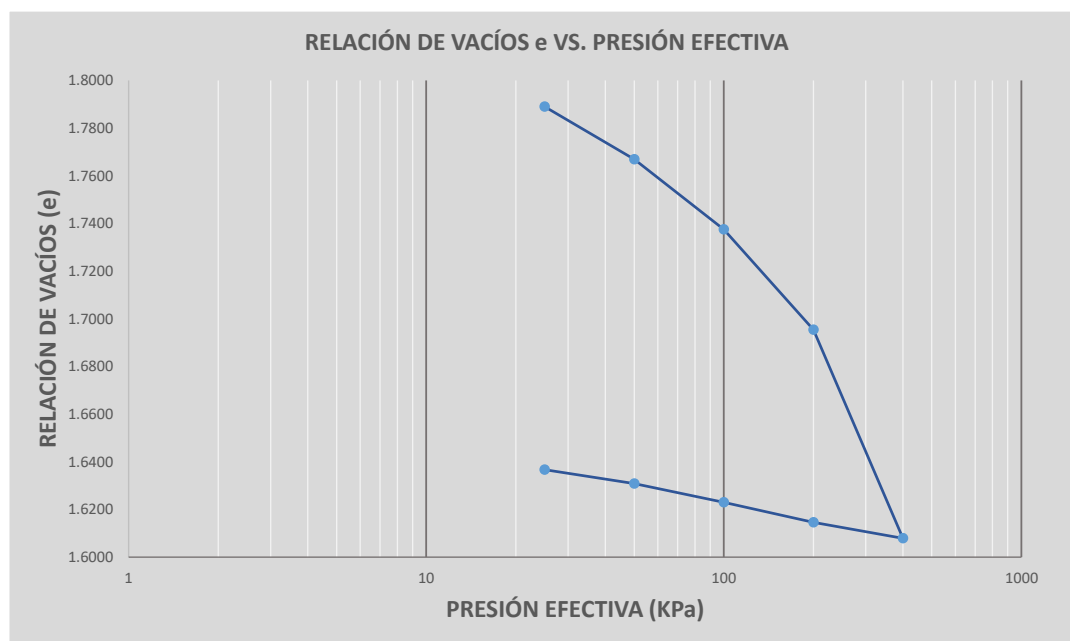
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

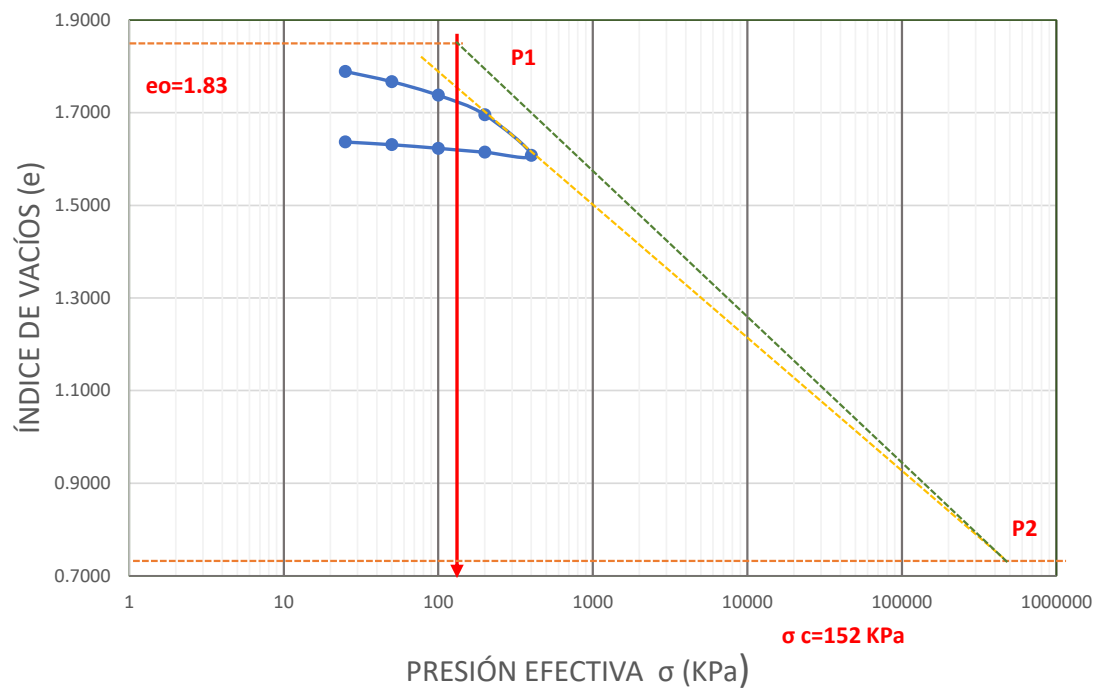
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	62.69%	Contenido final de agua (%):	64.83%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.83	Relación de vacíos final (e_f):	1.59
CC=	0.31	Cr=	0.02

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0257	0.0257	0.0257	0.0257	0.0400	1.7890
2	50	50	C	0.0257	0.0398	0.0141	0.0141	0.0398	0.0221	1.7669
3	100	100	C	0.0399	0.0587	0.0188	0.0188	0.0587	0.0294	1.7375
4	200	200	C	0.0592	0.0862	0.0270	0.0270	0.0856	0.0421	1.6954
5	400	400	C	0.0861	0.1423	0.0561	0.0561	0.1418	0.0876	1.6079
6	200	200	D	0.1423	0.1380	-0.0043	-0.0043	0.1375	-0.0067	1.6146
7	100	100	D	0.1380	0.1325	-0.0054	-0.0054	0.1321	-0.0084	1.6230
8	50	50	D	0.1325	0.1275	-0.0050	-0.0050	0.1271	-0.0078	1.6309
9	25	25	D	0.1275	0.1238	-0.0037	-0.0037	0.1233	-0.0058	1.6367



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA

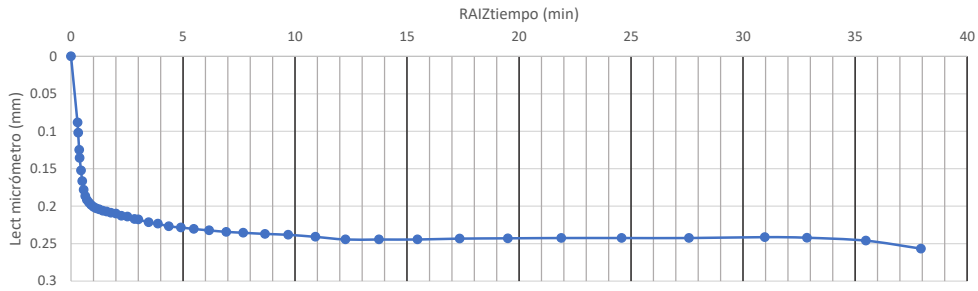


eo=	1.83			
0.4e0=	0.73			
TRAMO	e	σ (kg/cm2)	av (cm2/kg)	mv(cm2/kg)
CARGA	1.7890	25		
	1.7669	50	0.0009	0.0003
	1.7375	100	0.0006	0.0002
	1.6954	200	0.0004	0.0001
	1.6079	400	0.0004	0.0002
DESCARGA	1.6146	200		
	1.6230	100		
	1.6309	50		
	1.6367	25		

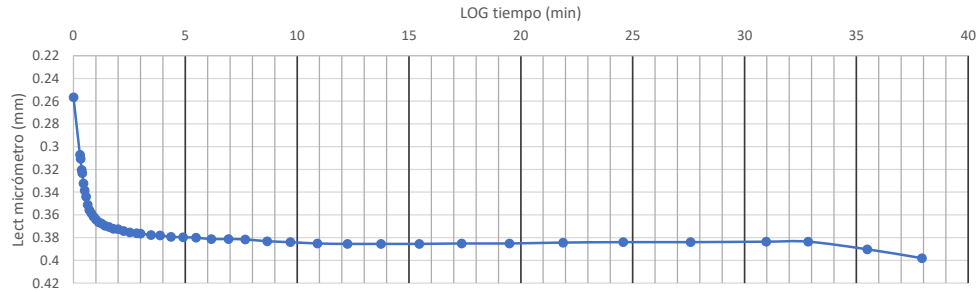
e	σ (KPa)
1.83	152
0.7316	460000

Cc=	0.3153
Cr=	0.0226

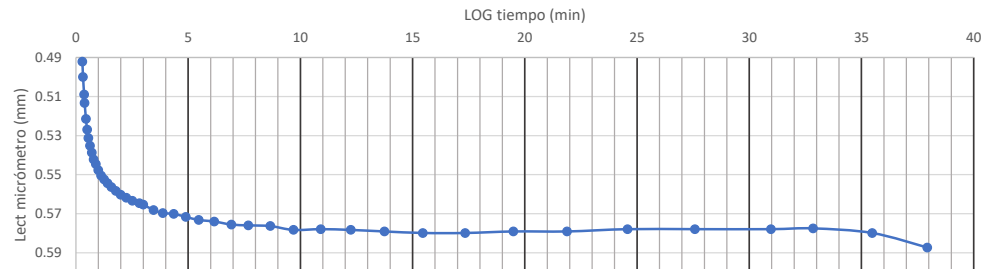
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



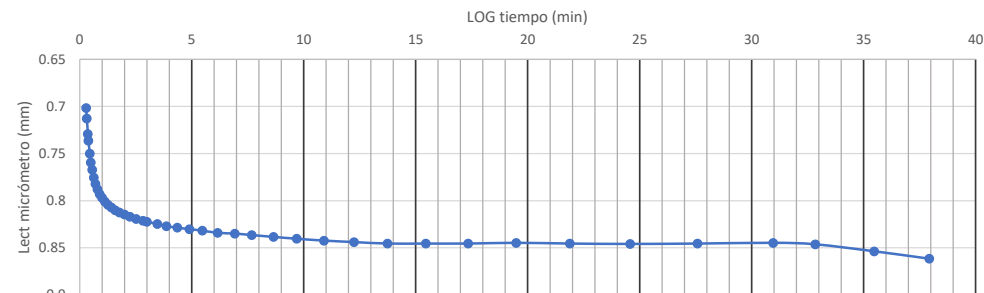
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



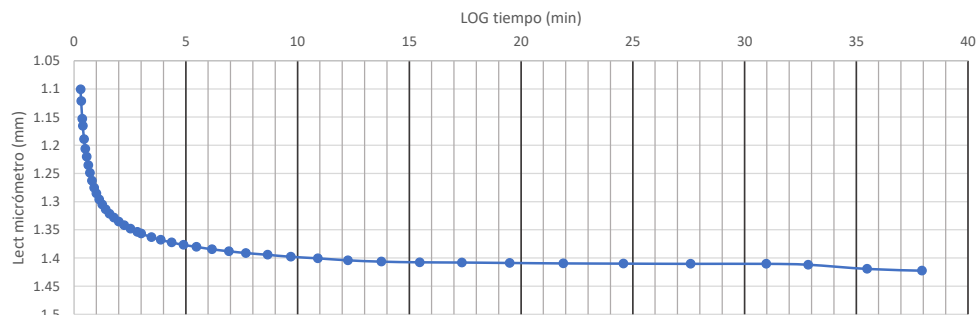
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 5.1 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C

NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**

DESCRIPCIÓN: CALICATA 05 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.36	74.09
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	75.6	160.68
Masa del suelo seco+cáp (gr)	52.51	126.61
Masa del agua (gr)	23.09	34.07
Masa de suelo seco (gr)	34.15	52.52
Humedad (%)	67.61%	64.87%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.364 cm	Altura de la muestra	1.837 cm
Peso del anillo:	64.19 gr	volúmen de la muestra	58.43 cm ³
Área de la muestra	31.81 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	89.65 gr	Masa final de la muestra:	88.18 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	88.76	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	61.38	Pasa tamiz No. 200:	97.3
Índice Plástico:	27.38	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	53.486	gr
Hs=	0.635	cm
Hw₀=	1.137	cm
Hw_f=	1.091	cm
Hv=	1.202	cm
ΔH=	0.137	cm
H_f=	1.700	cm
e₀=	1.895	
e_f=	1.679	
S₀=	94.55%	
S_f=	102.41%	
γ_d=	0.915339	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 4.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 04

PROFUNDIDAD: 0.40 m

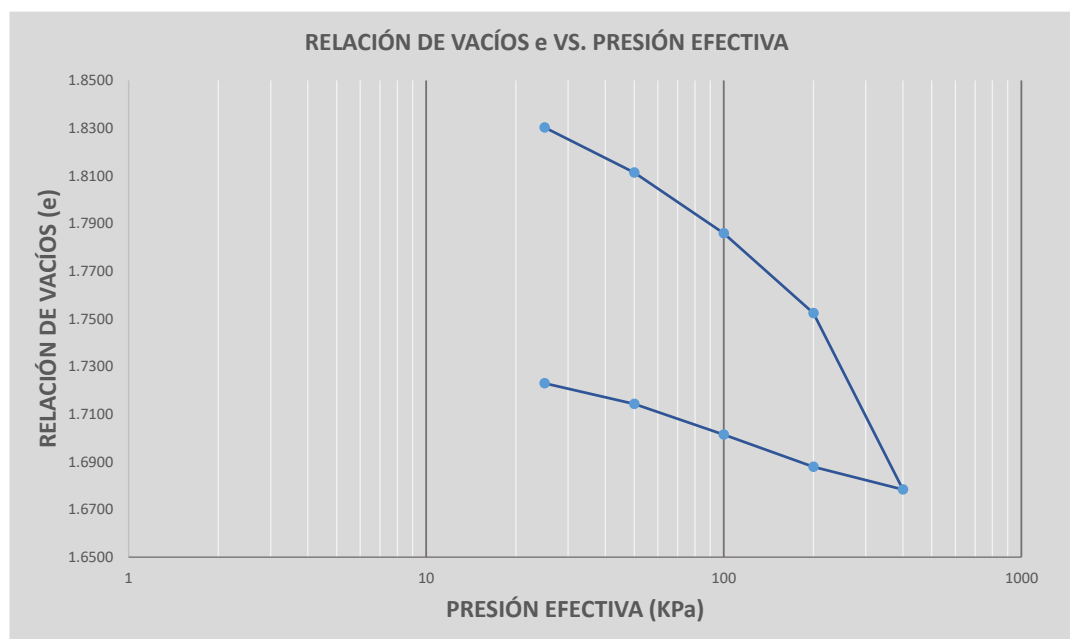
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

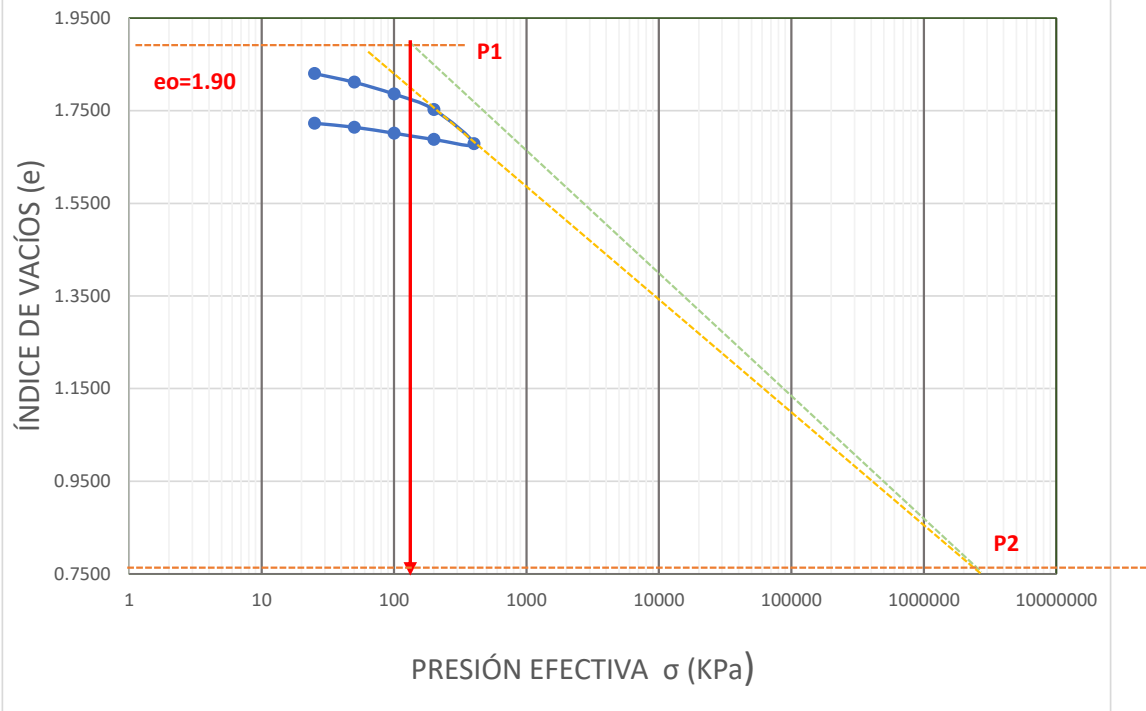
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	67.61%	Contenido final de agua (%):	64.87%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.90	Relación de vacíos final (e_f):	1.68
CC=	0.27	Cr=	0.04

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0411	0.0411	0.0411	0.0411	0.0648	1.8303
2	50	50	C	0.0411	0.0531	0.0120	0.0120	0.0532	0.0189	1.8113
3	100	100	C	0.0531	0.0692	0.0162	0.0162	0.0693	0.0255	1.7858
4	200	200	C	0.0690	0.0903	0.0212	0.0212	0.0906	0.0334	1.7524
5	400	400	C	0.0903	0.1373	0.0470	0.0470	0.1375	0.0740	1.6784
6	200	200	D	0.1373	0.1313	-0.0061	-0.0061	0.1315	-0.0095	1.6879
7	100	100	D	0.1313	0.1227	-0.0086	-0.0086	0.1229	-0.0135	1.7014
8	50	50	D	0.1227	0.1145	-0.0082	-0.0082	0.1147	-0.0129	1.7143
9	25	25	D	0.1145	0.1090	-0.0055	-0.0055	0.1093	-0.0086	1.7229



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	1.90			
0.4eo=	0.76			
TRAMO	e	σ (kg/cm2)	av (cm2/kg)	mv(cm2/kg)
CARGA	1.8303	25		
	1.8113	50	0.0008	0.0003
	1.7858	100	0.0005	0.0002
	1.7524	200	0.0003	0.0001
	1.6784	400	0.0004	0.0001
DESCARGA	1.6879	200		
	1.7014	100		
	1.7143	50		
	1.7229	25		
		1.70970668		
	e	σ (KPa)		
	1.90	150		
	0.76	2500000		
Cc=	0.2693			
Cr=	0.0357			

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 5.1

PROFUNDIDAD: 0.40 m

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

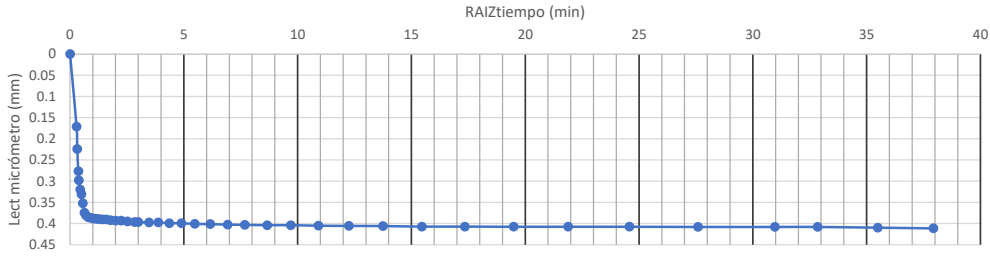
NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

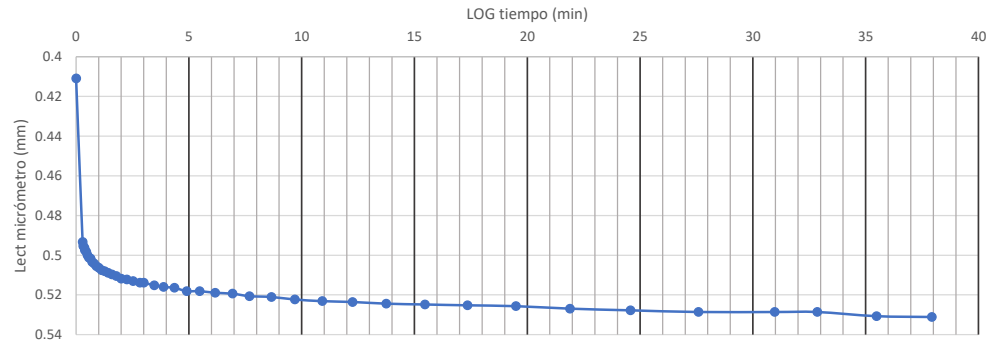
FECHA DE ENSAYO:

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50KPa		100KPa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.410956	0	0.530713	0	0.690389	0	0.90343
0.288675	0.171457	0.288675	0.493315	0.288675	0.642066	0.288675	0.826113	0.288675	1.146726
0.316228	0.223978	0.316228	0.495416	0.316228	0.642906	0.316228	0.829475	0.316228	1.153449
0.365148	0.276499	0.365148	0.496256	0.365148	0.643326	0.365148	0.833257	0.365148	1.163534
0.387298	0.29776	0.387298	0.497517	0.387298	0.645427	0.387298	0.834517	0.387298	1.167316
0.447214	0.319861	0.447214	0.498357	0.447214	0.646688	0.447214	0.838299	0.447214	1.174879
0.5	0.330701	0.5	0.500038	0.5	0.649209	0.5	0.8404	0.5	1.182023
0.562731	0.352382	0.562731	0.501299	0.562731	0.649629	0.562731	0.842921	0.562731	1.188746
0.632456	0.374483	0.632456	0.501719	0.632456	0.65089	0.632456	0.845022	0.632456	1.195469
0.707107	0.380903	0.707107	0.5034	0.707107	0.652571	0.707107	0.847964	0.707107	1.201352
0.795822	0.384903	0.795822	0.50424	0.795822	0.652991	0.795822	0.849224	0.795822	1.207235
0.894427	0.386584	0.894427	0.505501	0.894427	0.655092	0.894427	0.851325	0.894427	1.213958
1	0.387845	1	0.506341	1	0.655932	1	0.853426	1	1.219841
1.125463	0.388685	1.125463	0.507602	1.125463	0.655932	1.125463	0.856368	1.125463	1.224463
1.258306	0.389105	1.258306	0.508022	1.258306	0.657613	1.258306	0.857208	1.258306	1.230346
1.414214	0.390366	1.414214	0.508862	1.414214	0.659294	1.414214	0.859309	1.414214	1.236649
1.586401	0.390366	1.586401	0.509703	1.586401	0.660134	1.586401	0.86141	1.586401	1.241691
1.779513	0.392047	1.779513	0.510543	1.779513	0.661815	1.779513	0.863091	1.779513	1.247154
2	0.392887	2	0.511804	2	0.663076	2	0.864772	2	1.253877
2.243509	0.393307	2.243509	0.512224	2.243509	0.663496	2.243509	0.866032	2.243509	1.26102
2.519921	0.394988	2.519921	0.513064	2.519921	0.664336	2.519921	0.868133	2.519921	1.272366
2.828427	0.396249	2.828427	0.513905	2.828427	0.666017	2.828427	0.868974	2.828427	1.283291
3	0.396669	3	0.513905	3	0.666017	3	0.870234	3	1.289174
3.464102	0.397509	3.464102	0.515165	3.464102	0.666017	3.464102	0.872335	3.464102	1.300939
3.872983	0.397509	3.872983	0.516006	3.872983	0.668538	3.872983	0.874016	3.872983	1.308503
4.358899	0.39919	4.358899	0.516426	4.358899	0.668538	4.358899	0.875277	4.358899	1.314806
4.898979	0.39919	4.898979	0.518107	4.898979	0.670219	4.898979	0.876537	4.898979	1.320689
5.477226	0.400871	5.477226	0.518107	5.477226	0.67148	5.477226	0.878218	5.477226	1.32405
6.164414	0.401291	6.164414	0.518947	6.164414	0.67148	6.164414	0.880739	6.164414	1.329513
6.928203	0.402552	6.928203	0.519367	6.928203	0.673581	6.928203	0.880739	6.928203	1.334135
7.681146	0.402972	7.681146	0.520628	7.681146	0.673581	7.681146	0.88242	7.681146	1.337917
8.660254	0.403812	8.660254	0.521048	8.660254	0.674001	8.660254	0.884101	8.660254	1.340858
9.69536	0.403812	9.69536	0.522309	9.69536	0.674841	9.69536	0.884941	9.69536	1.34464
10.908712	0.405073	10.908712	0.523149	10.908712	0.676102	10.908712	0.887042	10.908712	1.348002
12.247449	0.405493	12.247449	0.523569	12.247449	0.676522	12.247449	0.887883	12.247449	1.350523
13.747727	0.405913	13.747727	0.52441	13.747727	0.677783	13.747727	0.891244	13.747727	1.354305
15.459625	0.407174	15.459625	0.52483	15.459625	0.678623	15.459625	0.892085	15.459625	1.356826
17.349352	0.407174	17.349352	0.52525	17.349352	0.678623	17.349352	0.895026	17.349352	1.363129
19.493589	0.407594	19.493589	0.52567	19.493589	0.679884	19.493589	0.896287	19.493589	1.36481
21.886069	0.407594	21.886069	0.526931	21.886069	0.680724	21.886069	0.898388	21.886069	1.366911
24.576411	0.407594	24.576411	0.527771	24.576411	0.681144	24.576411	0.899228	24.576411	1.368171
27.586228	0.408014	27.586228	0.528612	27.586228	0.681985	27.586228	0.900489	27.586228	1.370272
30.967725	0.408014	30.967725	0.528612	30.967725	0.682405	30.967725	0.900489	30.967725	1.371953
32.848135	0.408014	32.848135	0.528612	32.848135	0.684086	32.848135	0.901329	32.848135	1.373214
35.48239	0.409695	35.48239	0.530713	35.48239	0.685346	35.48239	0.90259		
37.934153	0.411376	37.934153	0.531133	37.934153	0.686607				
				40.975602	0.688288				
				43.806392	0.689128				
				46.465041	0.689548				
				48.979588	0.689548				
				51.371198	0.688708				
				53.656314	0.690809				
				55.848008	0.691649				
				57.956881	0.69249				
				59.991666	0.69333				
				61.959664	0.69249				
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50KPa		100KPa		200 Kpa		400 Kpa	
7.681146	1.090419	7.681146	1.145045	8.660254	1.226984	7.681146	1.312705		

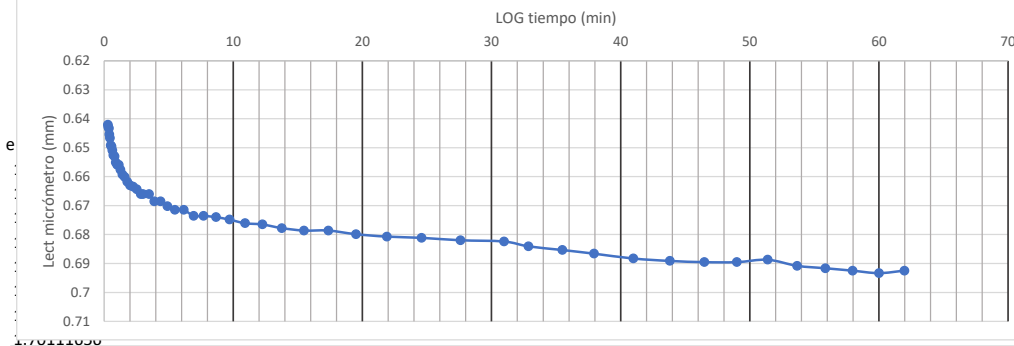
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



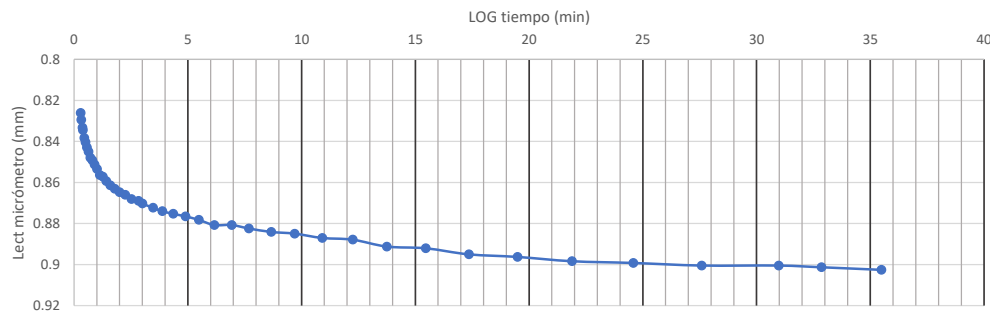
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



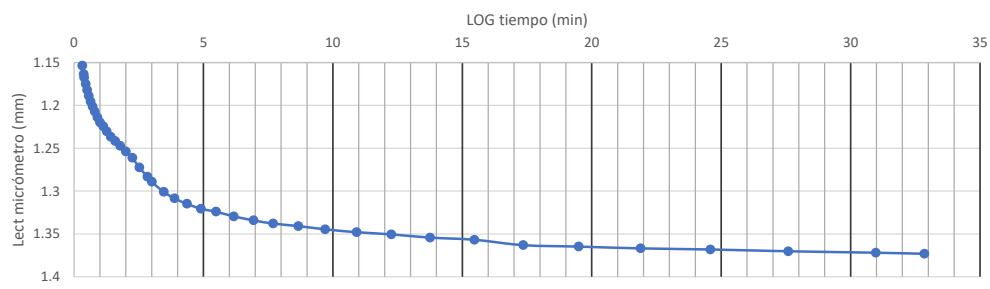
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 5.2 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C

NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**

DESCRIPCIÓN: CALICATA 05 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.17	22.4
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	68.11	102.61
Masa del suelo seco+cáp (gr)	47.49	71.2
Masa del agua (gr)	20.62	31.41
Masa de suelo seco (gr)	30.32	48.8
Humedad (%)	68.01%	64.36%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.324 cm	Altura de la muestra	1.836 cm
Peso del anillo:	67.17 gr	volúmen de la muestra	57.67 cm ³
Área de la muestra	31.41 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	88.66 gr	Masa final de la muestra:	86.74 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	88.76	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	61.38	Pasa tamiz No. 200:	97.3
Índice Plástico:	27.38	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	52.771	gr
Hs=	0.634	cm
Hw₀=	1.143	cm
Hw_f=	1.081	cm
Hv=	1.202	cm
ΔH=	0.139	cm
H_f=	1.697	cm
e₀=	1.896	
e_f=	1.677	
S₀=	95.05%	
S_f=	101.72%	
γ_d=	0.915064	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 6.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 05

PROFUNDIDAD: 0.40 m

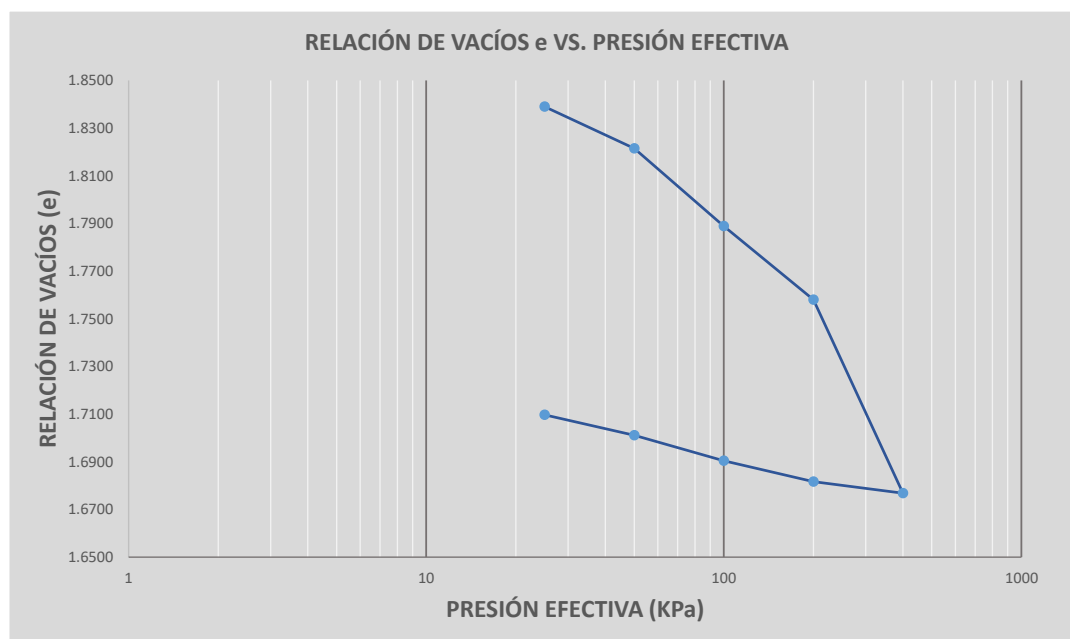
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

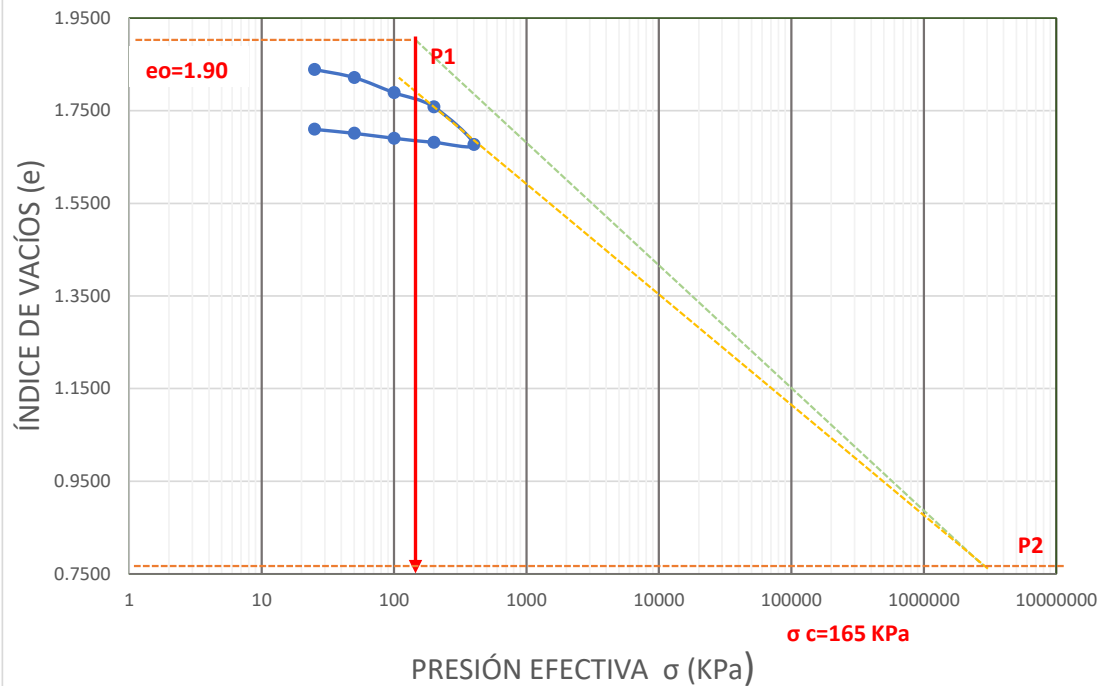
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	68.01%	Contenido final de agua (%):	64.36%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.90	Relación de vacíos final (e_f):	1.68
CC=	0.31	Cr=	0.03

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0362	0.0361	0.0361	0.0361	0.0570	1.8390
2	50	50	C	0.0362	0.0473	0.0111	0.0111	0.0472	0.0175	1.8215
3	100	100	C	0.0473	0.0679	0.0207	0.0207	0.0679	0.0326	1.7889
4	200	200	C	0.0679	0.0875	0.0196	0.0196	0.0875	0.0309	1.7580
5	400	400	C	0.0875	0.1389	0.0514	0.0514	0.1389	0.0811	1.6768
6	200	200	D	0.1389	0.1359	-0.0031	-0.0031	0.1359	-0.0048	1.6816
7	100	100	D	0.1359	0.1303	-0.0056	-0.0056	0.1303	-0.0088	1.6904
8	50	50	D	0.1303	0.1235	-0.0068	-0.0068	0.1235	-0.0107	1.7011
9	25	25	D	0.1235	0.1181	-0.0054	-0.0054	0.1181	-0.0086	1.7097



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA

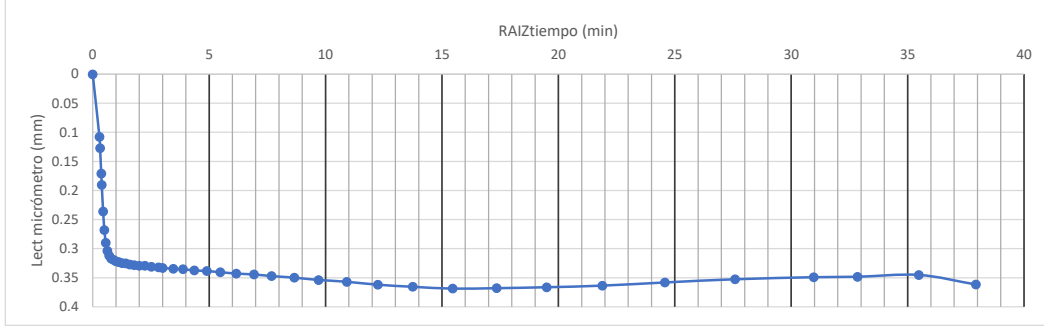


eo=	1.90			
0.4eo=	0.76			
TRAMO	e	σ (kg/cm2)	av (cm2/kg)	mv(cm2/kg)
CARGA	1.8390	25		
	1.8215	50	0.0007	0.0002
	1.7889	100	0.0007	0.0002
	1.7580	200	0.0003	0.0001
	1.6768	400	0.0004	0.0001
DESCARGA	1.6816	200		
	1.6904	100		
	1.7011	50		
	1.7097	25		

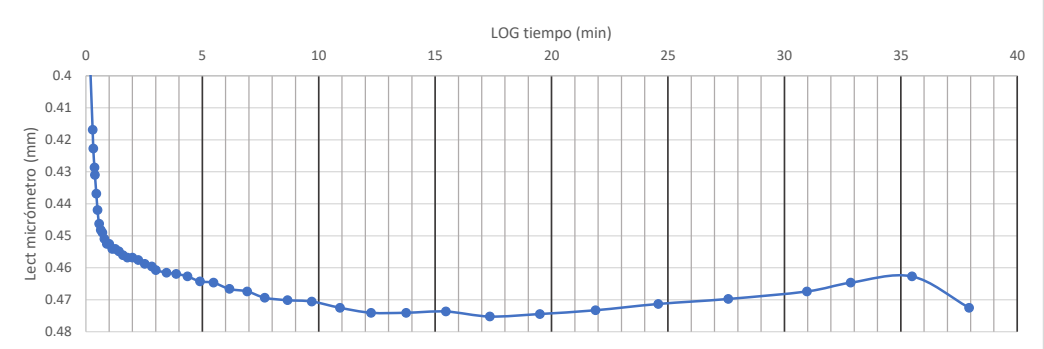
e	σ (KPa)
1.90	165
0.76	2990000

Cc=	0.2672
Cr=	0.032

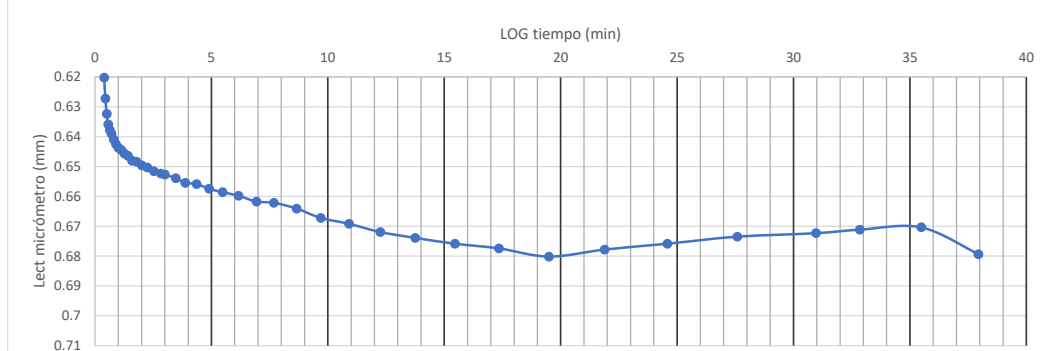
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



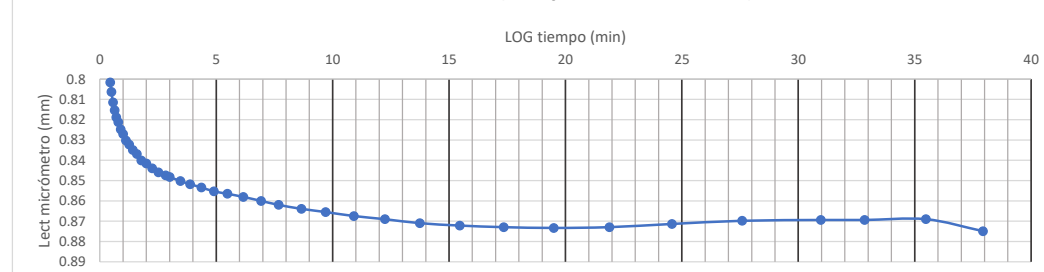
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



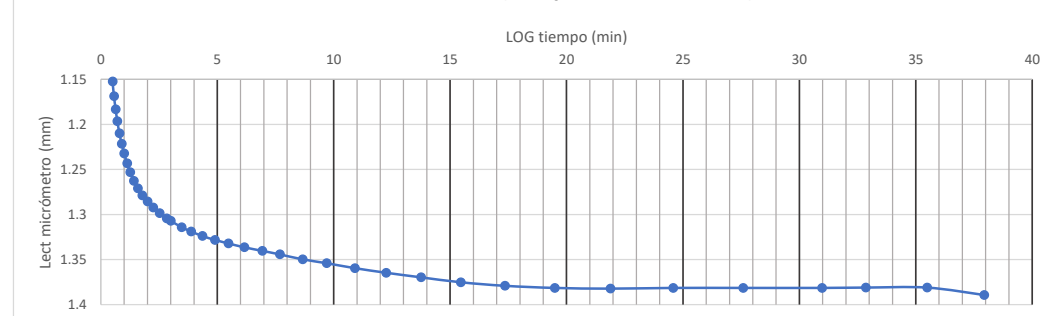
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 6.1 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C
NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**
DESCRIPCIÓN: CALICATA 06 **PROFUNDIDAD** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.96	79.86
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	74.29	138.49
Masa del suelo seco+cáp (gr)	43.82	107.28
Masa del agua agua (gr)	30.47	31.21
Masa de suelo seco (gr)	25.86	27.42
Humedad (%)	117.83%	113.82%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.351 cm	Altura de la muestra	1.826 cm
Peso del anillo:	64.19 gr	volúmen de la muestra	57.85 cm ³
Área de la muestra	31.68 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	61.83 gr	Masa final de la muestra:	60.69 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	131.11	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.43	Pasa tamiz No. 200:	91.1
Índice Plástico:	42.68	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	28.385	gr
Hs=	0.338	cm
Hw₀=	1.056	cm
Hw_f=	1.020	cm
Hv=	1.488	cm
ΔH=	0.510	cm
H_f=	1.316	cm
e₀=	4.400	
e_f=	2.893	
S₀=	70.96%	
S_f=	104.26%	
γ_d=	0.490697	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 6.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 06

PROFUNDIDAD: 0.40 m

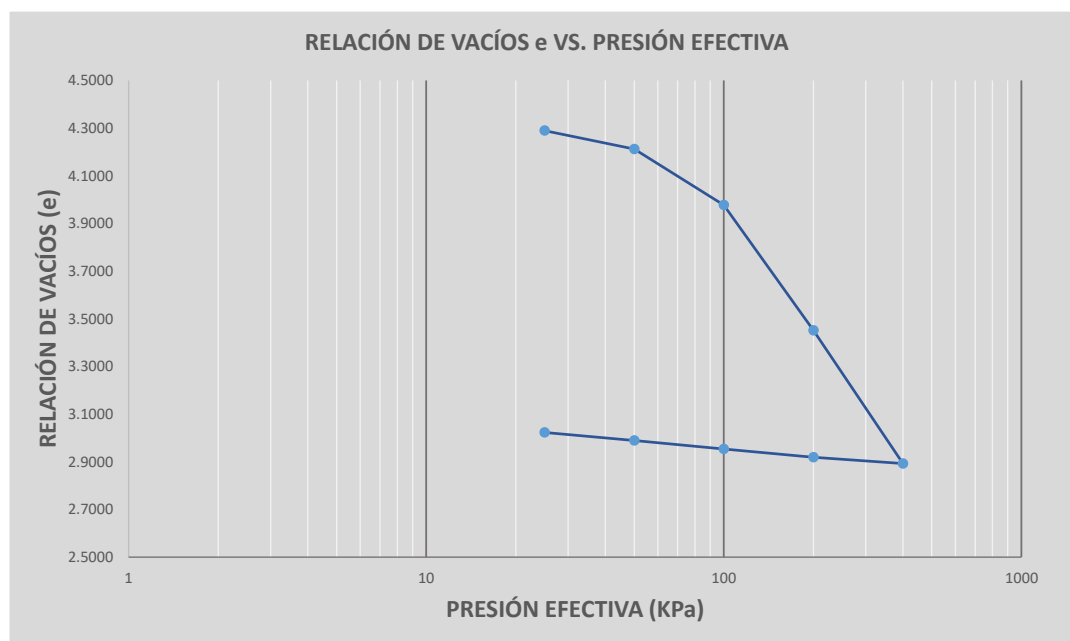
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

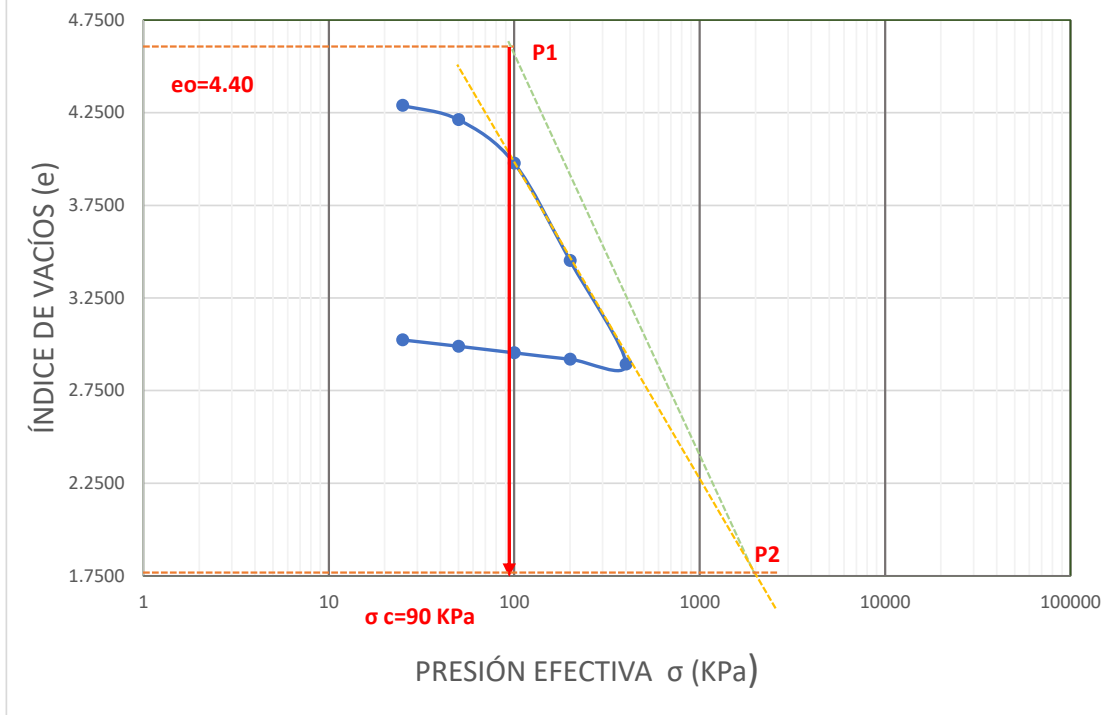
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	117.83%	Contenido final de agua (%):	113.82%
Relación de vacíos inicial (e_0):	4.40	Relación de vacíos final (e_f):	2.89
CC=	1.86	Cr=	0.12

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0376	0.0376	0.0376	0.0376	0.1112	4.2893
2	50	50	C	0.0376	0.0636	0.0260	0.0260	0.0636	0.0769	4.2123
3	100	100	C	0.0636	0.1431	0.0795	0.0795	0.1431	0.2350	3.9773
4	200	200	C	0.1430	0.3208	0.1778	0.1778	0.3209	0.5258	3.4515
5	400	400	C	0.3207	0.5097	0.1890	0.1890	0.5098	0.5589	2.8926
6	200	200	D	0.5097	0.5007	-0.0090	-0.0090	0.5008	-0.0266	2.9192
7	100	100	D	0.5007	0.4890	-0.0117	-0.0117	0.4892	-0.0345	2.9538
8	50	50	D	0.4890	0.4771	-0.0120	-0.0120	0.4772	-0.0354	2.9892
9	25	25	D	0.4771	0.4655	-0.0116	-0.0116	0.4656	-0.0342	3.0234



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	4.40			
0.4eo=	1.76			
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	4.2893	25		
	4.2123	50	0.0031	0.0006
	3.9773	100	0.0047	0.0009
	3.4515	200	0.0053	0.0010
	2.8926	400	0.0028	0.0005
DESCARGA	2.9192	200		
	2.9538	100		
	2.9892	50		
	3.0234	25		

e	σ (KPa)
4.40	90
1.76	2000

Cc=	1.9604
Cr=	0.1156

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 5.2

PROFUNDIDAD: 0.40 m

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

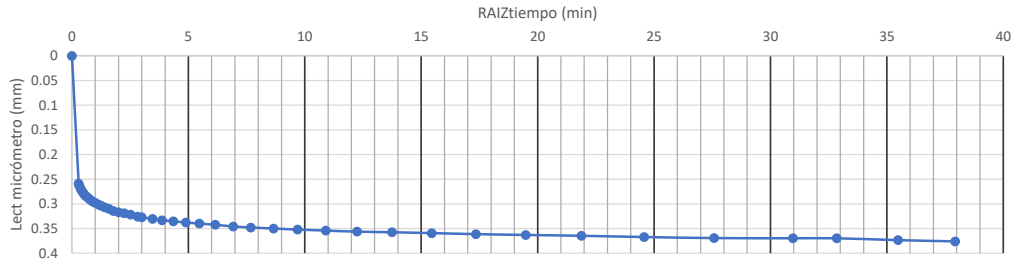
NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

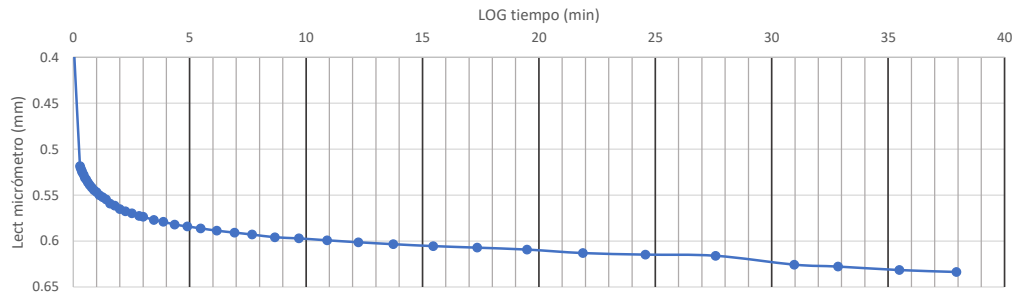
FECHA DE ENSAYO:

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.376079	0	0.636183	0	1.430361	0	3.207387
0.288675	0.258843	0.288675	0.518527	0.288675	1.006799	0.288675	2.158147	0.288675	3.838107
0.316228	0.262625	0.316228	0.520628	0.316228	1.019405	0.316228	2.201848	0.316228	3.945258
0.365148	0.268088	0.365148	0.523149	0.365148	1.037054	0.365148	2.258155	0.365148	4.056191
0.387298	0.270609	0.387298	0.52525	0.387298	1.041676	0.387298	2.280846	0.387298	4.090647
0.447214	0.275231	0.447214	0.527771	0.447214	1.055122	0.447214	2.329169	0.447214	4.162081
0.5	0.279013	0.5	0.531133	0.5	1.065627	0.5	2.361104	0.5	4.208303
0.562731	0.282795	0.562731	0.533234	0.562731	1.076132	0.562731	2.392199	0.562731	4.250743
0.632456	0.285316	0.632456	0.536175	0.632456	1.085797	0.632456	2.420772	0.632456	4.289822
0.707107	0.288257	0.707107	0.539117	0.707107	1.095882	0.707107	2.447665	0.707107	4.323018
0.795822	0.292039	0.795822	0.541638	0.795822	1.106387	0.795822	2.474558	0.795822	4.357474
0.894427	0.295401	0.894427	0.544579	0.894427	1.117312	0.894427	2.50019	0.894427	4.39067
1	0.297922	1	0.54668	1	1.127817	1	2.523721	1	4.420504
1.125463	0.300863	1.125463	0.550042	1.125463	1.139162	1.125463	2.548933	1.125463	4.451179
1.258306	0.303805	1.258306	0.552143	1.258306	1.149667	1.258306	2.572885	1.258306	4.478492
1.414214	0.307166	1.414214	0.554664	1.414214	1.161433	1.414214	2.598097	1.414214	4.506645
1.586401	0.310108	1.586401	0.559286	1.586401	1.171938	1.586401	2.62541	1.586401	4.533538
1.779513	0.31431	1.779513	0.561387	1.779513	1.182023	1.779513	2.651462	1.779513	4.560431
2	0.316831	2	0.565169	2	1.193368	2	2.676674	2	4.586483
2.243509	0.318932	2.243509	0.56769	2.243509	1.205134	2.243509	2.701046	2.243509	4.611275
2.519921	0.321873	2.519921	0.569791	2.519921	1.216059	2.519921	2.724577	2.519921	4.637327
2.828427	0.326075	2.828427	0.572733	2.828427	1.226144	2.828427	2.745587	2.828427	4.661279
3	0.327336	3	0.573573	3	1.231186	3	2.756512	3	4.673885
3.464102	0.330277	3.464102	0.576935	3.464102	1.243792	3.464102	2.783825	3.464102	4.703719
3.872983	0.333219	3.872983	0.579036	3.872983	1.253457	3.872983	2.803154	3.872983	4.72641
4.358899	0.33532	4.358899	0.581977	4.358899	1.262701	4.358899	2.824164	4.358899	4.749521
4.898979	0.337841	4.898979	0.584078	4.898979	1.271525	4.898979	2.843073	4.898979	4.772632
5.477226	0.339942	5.477226	0.586179	5.477226	1.279929	5.477226	2.861142	5.477226	4.793642
6.164414	0.342463	6.164414	0.5887	6.164414	1.290014	6.164414	2.880051	6.164414	4.815492
6.928203	0.345825	6.928203	0.590801	6.928203	1.300099	6.928203	2.897279	6.928203	4.837763
7.681146	0.347926	7.681146	0.592902	7.681146	1.308083	7.681146	2.914087	7.681146	4.854991
8.660254	0.350027	8.660254	0.595844	8.660254	1.317327	8.660254	2.932996	8.660254	4.875581
9.69536	0.352128	9.69536	0.597104	9.69536	1.325731	9.69536	2.951485	9.69536	4.89449
10.908712	0.354229	10.908712	0.599205	10.908712	1.335816	10.908712	2.970814	10.908712	4.914239
12.247449	0.35633	12.247449	0.601306	12.247449	1.34506	12.247449	2.990143	12.247449	4.933318
13.747727	0.35759	13.747727	0.603407	13.747727	1.354725	13.747727	3.008632	13.747727	4.968025
15.459625	0.359271	15.459625	0.605508	15.459625	1.36565	15.459625	3.027541	15.459625	4.983992
17.349352	0.361372	17.349352	0.607189	17.349352	1.374054	17.349352	3.044769	17.349352	5.00038
19.493589	0.363053	19.493589	0.60929	19.493589	1.382038	19.493589	3.061157	19.493589	5.017608
21.886069	0.364734	21.886069	0.613072	21.886069	1.390442	21.886069	3.077125	21.886069	5.033996
24.576411	0.367255	24.576411	0.614753	24.576411	1.397585	24.576411	3.090991	24.576411	5.048703
27.586228	0.369356	27.586228	0.616013	27.586228	1.404729	27.586228	3.105698	27.586228	5.061309
30.967725	0.369776	30.967725	0.625678	30.967725	1.411872	30.967725	3.119565	30.967725	5.074335
32.848135	0.36982242	32.848135	0.627779	32.848135	1.420696	32.848135	3.127549	32.848135	5.080638
35.48239	0.373558	35.48239	0.631561	35.48239	1.424058	35.48239	3.145617	35.48239	5.090303
37.934153	0.376079	37.934153	0.633662	37.934153	1.430781	37.934153	3.155702	37.934153	5.097026
		40.975602	0.634922			40.975602	3.165367		
		43.806392	0.635763			43.806392	3.17167		
		46.465041	0.636183			46.465041	3.176292		
						48.979588	3.181334		
						51.371198	3.187217		
						53.656314	3.195201		
						55.848008	3.201084		
						57.956881	3.204025		
						59.991666	3.206546		
						61.959664	3.208227		
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
7.681146	4.654976	7.681146	4.770531	7.681146	4.890288	7.681146	5.007103		

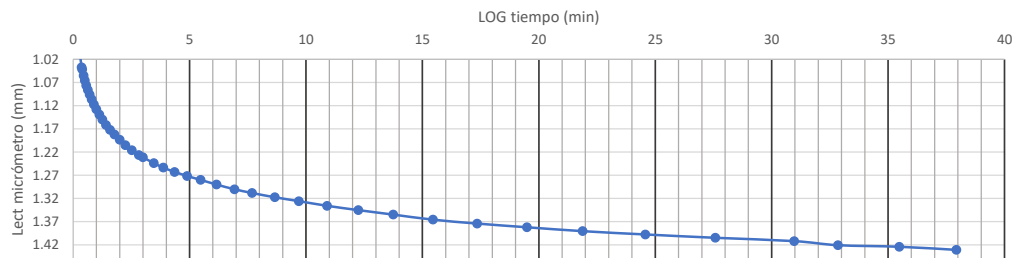
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



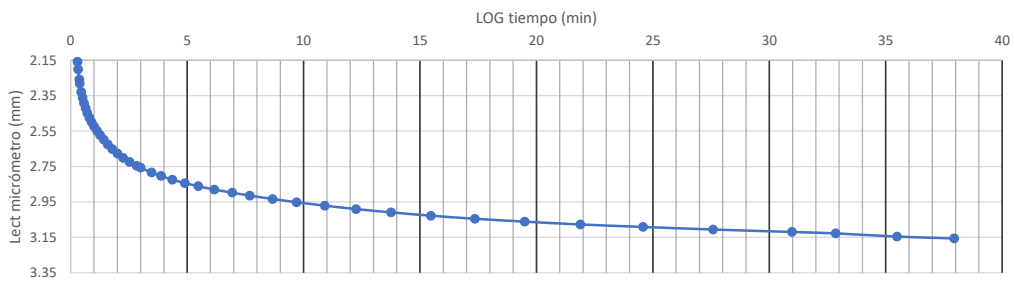
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



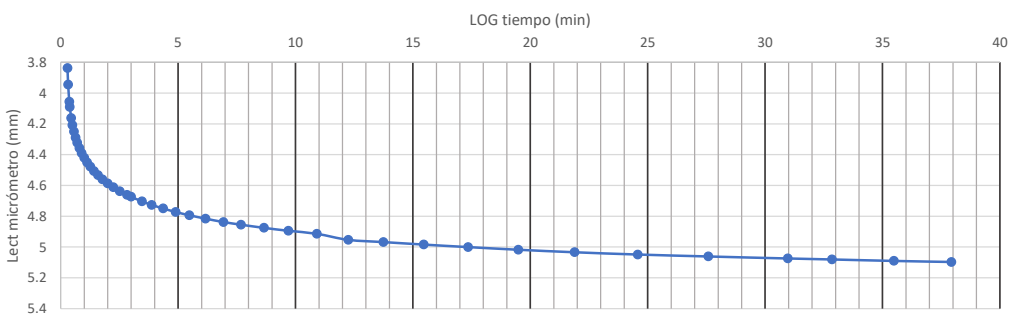
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 6.2
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 06

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.99	83.47
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	68.41	143.57
Masa del suelo seco+cáp (gr)	41.31	111.27
Masa del agua (gr)	27.1	32.3
Masa de suelo seco (gr)	23.32	27.8
Humedad (%)	116.21%	116.19%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.322 cm	Altura de la muestra	1.832 cm
Peso del anillo:	67.15 gr	volúmen de la muestra	57.51 cm ³
Área de la muestra	31.39 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	61.50 gr	Masa final de la muestra:	61.49 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	131.11	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.43	Pasa tamiz No. 200:	91.1
Índice Plástico:	42.68	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	28.445	gr
Hs=	0.342	cm
Hw₀=	1.053	cm
Hw_f=	1.053	cm
Hv=	1.490	cm
ΔH=	0.478	cm
H_f=	1.354	cm
e₀=	4.358	
e_f=	2.960	
S₀=	70.67%	
S_f=	104.02%	
γ_d=	0.494625	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 6.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 06

PROFUNDIDAD: 0.40 m

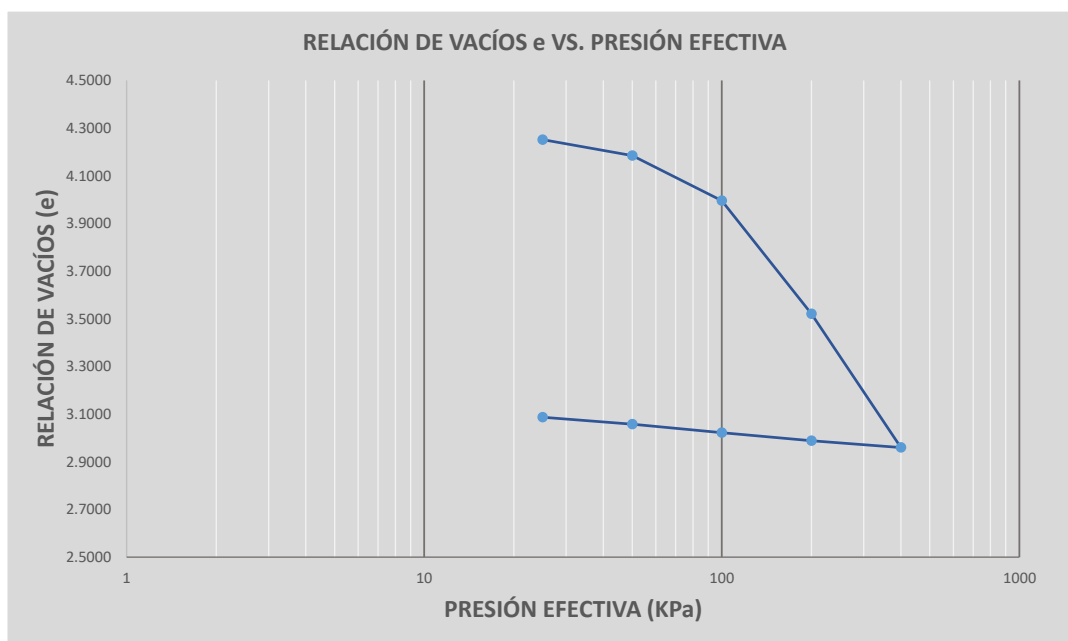
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

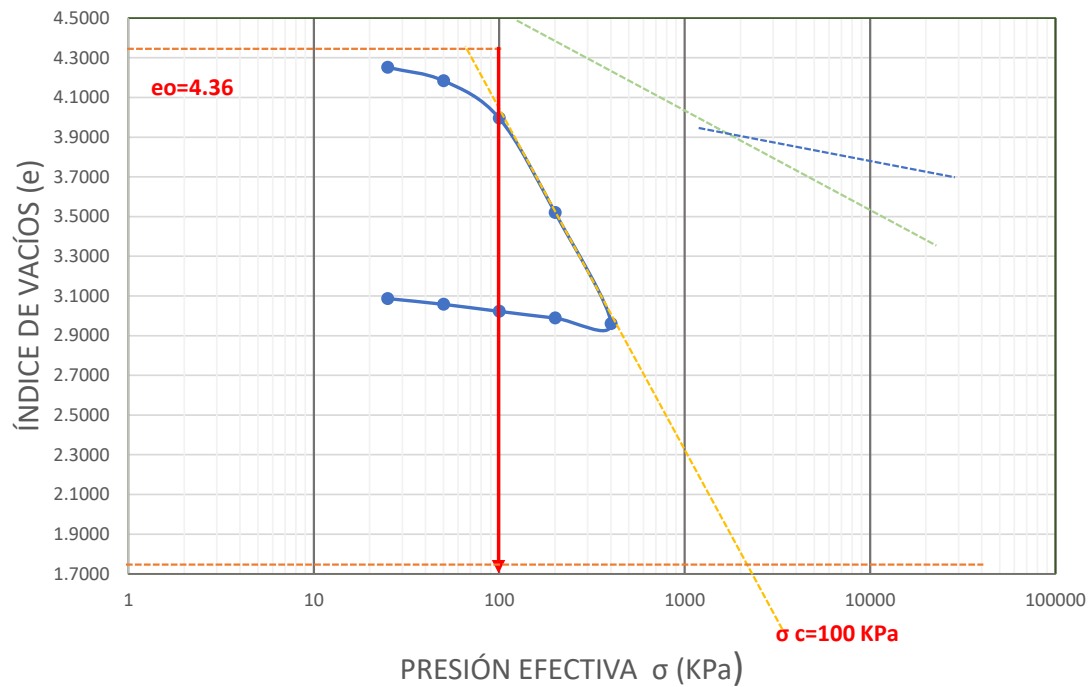
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	116.21%	Contenido final de agua (%):	116.19%
Relación de vacíos inicial (e_0):	4.36	Relación de vacíos final (e_f):	2.96
CC=	1.88	Cr=	0.11

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0362	0.0362	0.0362	0.0362	0.1059	4.2516
2	50	50	C	0.0362	0.0592	0.0230	0.0230	0.0592	0.0673	4.1844
3	100	100	C	0.0592	0.1238	0.0646	0.0646	0.1238	0.1888	3.9955
4	200	200	C	0.1238	0.2863	0.1625	0.1625	0.2863	0.4752	3.5203
5	400	400	C	0.2863	0.4779	0.1917	0.1917	0.4780	0.5606	2.9597
6	200	200	D	0.4779	0.4681	-0.0099	-0.0099	0.4681	-0.0289	2.9886
7	100	100	D	0.4681	0.4566	-0.0115	-0.0115	0.4566	-0.0336	3.0222
8	50	50	D	0.4566	0.4444	-0.0122	-0.0122	0.4444	-0.0356	3.0578
9	25	25	D	0.4444	0.4345	-0.0099	-0.0099	0.4345	-0.0290	3.0868



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	4.36			
0.4eo=	1.74			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	4.2516	25		
	4.1844	50	0.0027	0.0005
	3.9955	100	0.0038	0.0007
	3.5203	200	0.0048	0.0009
	2.9597	400	0.0028	0.0005
DESCARGA	2.9886	200		
	3.0222	100		
	3.0578	50		
	3.0868	25		

e	σ (KPa)
4.36	100
1.74	2150

Cc=	1.9622
Cr=	0.1073

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 5.2

PROFUNDIDAD: 0.40 m

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

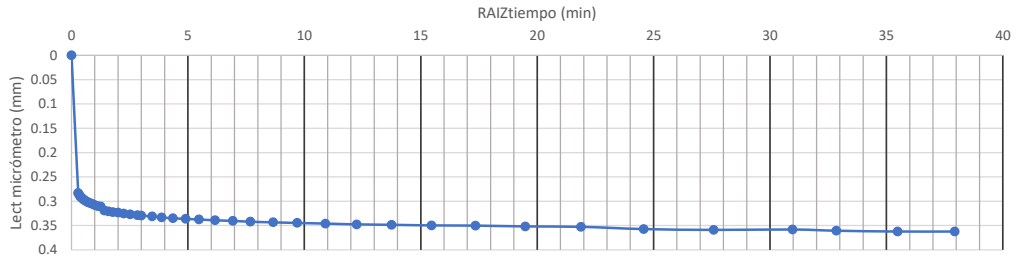
NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

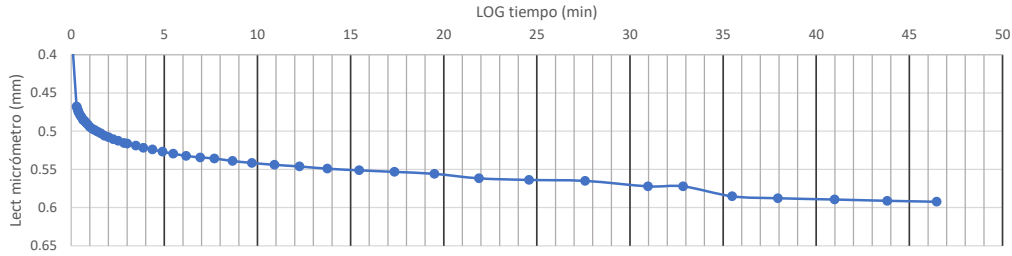
FECHA DE ENSAYO:

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50KPa		100KPa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.362287	0	0.592338	0	1.23799	0	2.862616
0.288675	0.282945	0.288675	0.467657	0.288675	0.822808	0.288675	1.93024	0.288675	3.601884
0.316228	0.285464	0.316228	0.469756	0.316228	0.830784	0.316228	1.960466	0.316228	3.658557
0.365148	0.289242	0.365148	0.472695	0.365148	0.842958	0.365148	2.004125	0.365148	3.732022
0.387298	0.290921	0.387298	0.474794	0.387298	0.849675	0.387298	2.021337	0.387298	3.758469
0.447214	0.29344	0.447214	0.477732	0.447214	0.86059	0.447214	2.061218	0.447214	3.81934
0.5	0.295959	0.5	0.480251	0.5	0.870245	0.5	2.091024	0.5	3.860481
0.562731	0.298058	0.562731	0.48235	0.562731	0.88074	0.562731	2.12041	0.562731	3.902041
0.632456	0.300157	0.632456	0.485289	0.632456	0.889976	0.632456	2.149376	0.632456	3.940243
0.707107	0.302256	0.707107	0.486548	0.707107	0.899631	0.707107	2.176243	0.707107	3.975506
0.795822	0.303935	0.795822	0.489067	0.795822	0.909287	0.795822	2.20353	0.795822	4.011189
0.894427	0.305614	0.894427	0.491586	0.894427	0.918522	0.894427	2.229558	0.894427	4.043094
1	0.308133	1	0.494524	1	0.929017	1	2.252647	1	4.073319
1.125463	0.310232	1.125463	0.497043	1.125463	0.937833	1.125463	2.276995	1.125463	4.103965
1.258306	0.311072	1.258306	0.498722	1.258306	0.947908	1.258306	2.299664	1.258306	4.132091
1.414214	0.319048	1.414214	0.500821	1.414214	0.957564	1.414214	2.321494	1.414214	4.160218
1.586401	0.320727	1.586401	0.50292	1.586401	0.968059	1.586401	2.344583	1.586401	4.187925
1.779513	0.322406	1.779513	0.505859	1.779513	0.978134	1.779513	2.365153	1.779513	4.214372
2	0.323246	2	0.507958	2	0.988629	2	2.388242	2	4.241659
2.243509	0.325345	2.243509	0.510477	2.243509	0.998704	2.243509	2.408812	2.243509	4.267267
2.519921	0.327024	2.519921	0.512576	2.519921	1.009619	2.519921	2.428543	2.519921	4.294134
2.828427	0.328703	2.828427	0.515514	2.828427	1.019274	2.828427	2.449113	2.828427	4.319742
3	0.329543	3	0.516354	3	1.024312	3	2.459608	3	4.332756
3.464102	0.331222	3.464102	0.518873	3.464102	1.036906	3.464102	2.483537	3.464102	4.363401
3.872983	0.333321	3.872983	0.521811	3.872983	1.046561	3.872983	2.501588	3.872983	4.387733
4.358899	0.335	4.358899	0.52391	4.358899	1.057056	4.358899	2.521319	4.358899	4.411678
4.898979	0.33626	4.898979	0.526849	4.898979	1.066712	4.898979	2.54021	4.898979	4.435187
5.477226	0.337519	5.477226	0.529368	5.477226	1.076367	5.477226	2.557841	5.477226	4.457436
6.164414	0.339198	6.164414	0.532306	6.164414	1.086442	6.164414	2.577152	6.164414	4.479266
6.928203	0.340458	6.928203	0.534405	6.928203	1.096098	6.928203	2.593524	6.928203	4.501515
7.681146	0.342137	7.681146	0.535665	7.681146	1.105753	7.681146	2.609057	7.681146	4.521246
8.660254	0.343396	8.660254	0.539023	8.660254	1.116248	8.660254	2.625849	8.660254	4.542236
9.69536	0.344656	9.69536	0.541542	9.69536	1.125484	9.69536	2.643061	9.69536	4.563646
10.908712	0.345915	10.908712	0.544061	10.908712	1.135979	10.908712	2.659853	10.908712	4.584216
12.247449	0.347594	12.247449	0.54616	12.247449	1.147313	12.247449	2.677484	12.247449	4.625776
13.747727	0.348434	13.747727	0.549098	13.747727	1.158228	13.747727	2.691338	13.747727	4.641309
15.459625	0.349693	15.459625	0.551197	15.459625	1.168723	15.459625	2.70729	15.459625	4.65894
17.349352	0.350113	17.349352	0.553296	17.349352	1.178798	17.349352	2.720304	17.349352	4.676572
19.493589	0.351792	19.493589	0.555815	19.493589	1.188034	19.493589	2.731219	19.493589	4.694623
21.886069	0.352632	21.886069	0.561692	21.886069	1.197689	21.886069	2.743393	21.886069	4.712675
24.576411	0.35725	24.576411	0.563791	24.576411	1.206505	24.576411	2.755987	24.576411	4.728627
27.586228	0.358929	27.586228	0.565051	27.586228	1.213642	27.586228	2.766902	27.586228	4.742061
30.967725	0.358089	30.967725	0.572187	30.967725	1.220778	30.967725	2.779076	30.967725	4.756334
32.848135	0.360608	32.848135	0.572187	32.848135	1.231693	32.848135	2.784953	32.848135	4.763051
35.48239	0.362287	35.48239	0.585201	35.48239	1.235471	35.48239	2.803424	35.48239	4.772286
37.934153	0.362287	37.934153	0.58772	37.934153	1.23799	37.934153	2.81182	37.934153	4.779423
		40.975602	0.589399			40.975602	2.820216		
		43.806392	0.591078			43.806392	2.826513		
		46.465041	0.592338			46.465041	2.831551		
						48.979588	2.835329		
						51.371198	2.839527		
						53.656314	2.846244		
						55.848008	2.851701		
						57.956881	2.85506		
						59.991666	2.858418		
						61.959664	2.863036		
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50KPa		100KPa		200 Kpa		400 Kpa	
7.681146	4.344886	7.681146	4.444003	7.681146	4.565745	7.681146	4.68077		

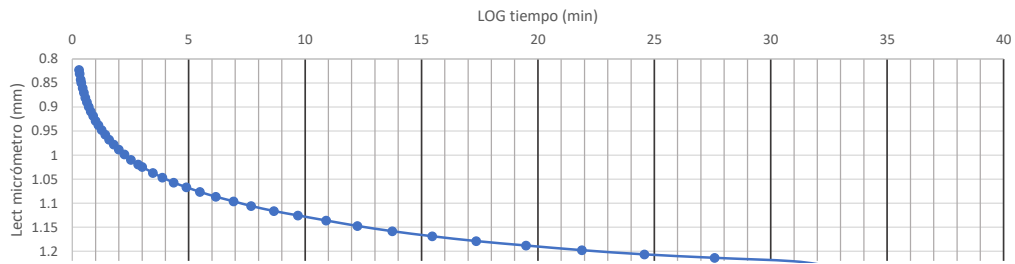
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



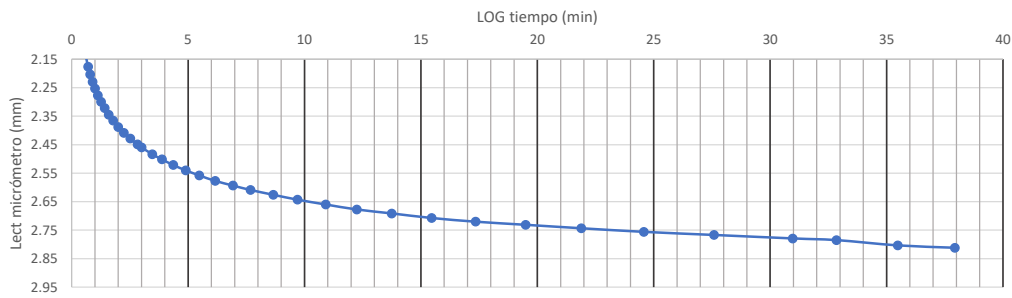
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



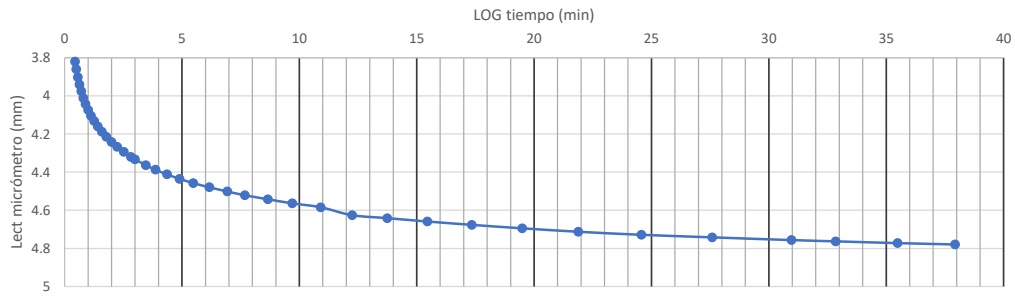
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

PROFUNDIDAD: 0.40 m

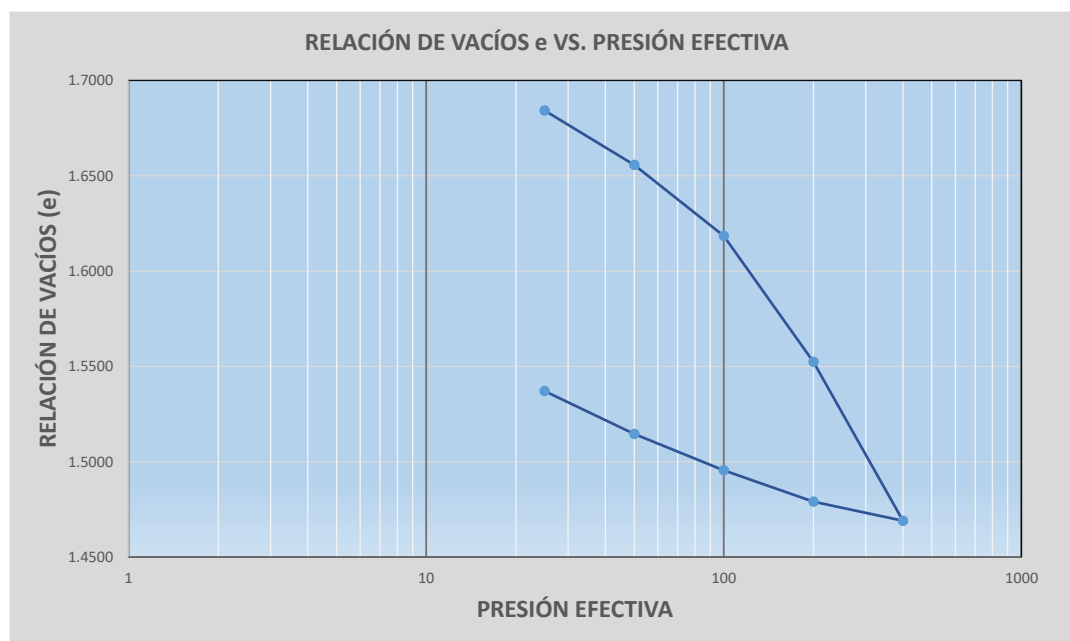
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

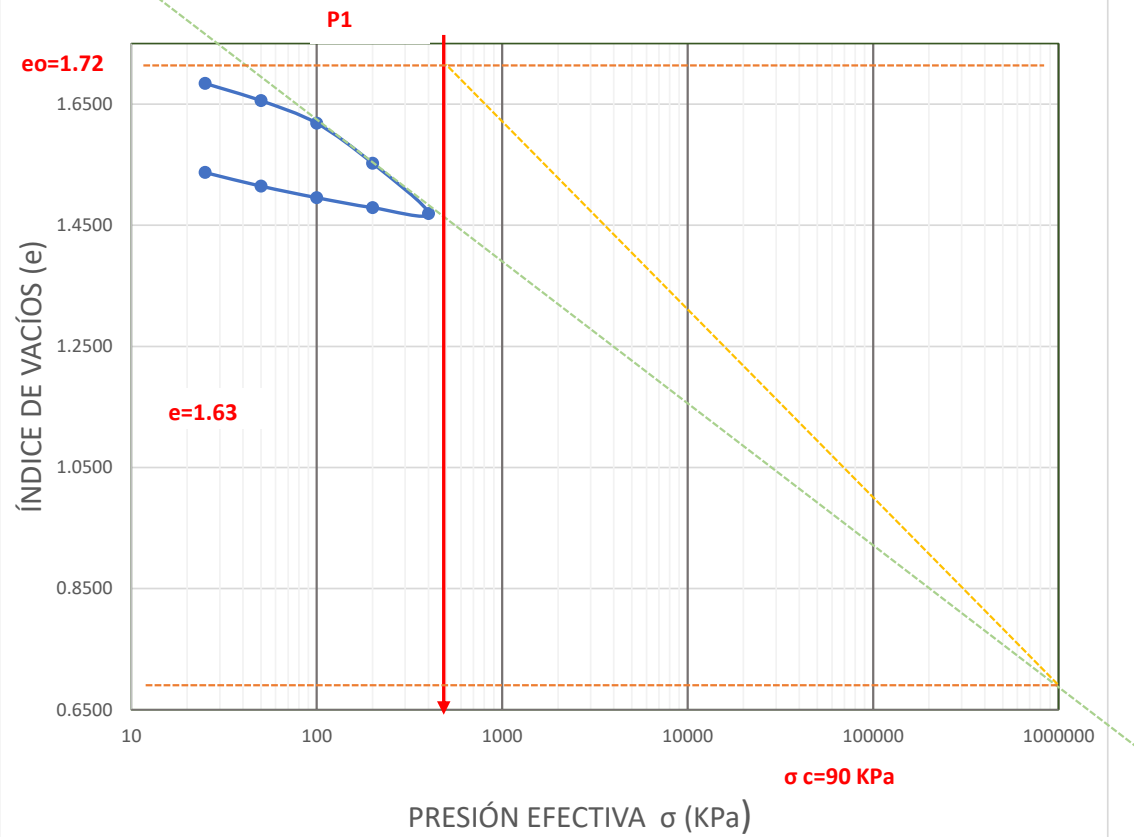
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	47.69%	Contenido final de agua (%):	45.25%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.72	Relación de vacíos final (e_f):	1.46
CC=	0.24	Cr=	0.07

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0032	0.0313	0.0282	0.0282	0.0282	0.0381	1.6842
2	50	50	C	0.0313	0.0524	0.0211	0.0211	0.0492	0.0285	1.6557
3	100	100	C	0.0524	0.0800	0.0275	0.0275	0.0767	0.0373	1.6184
4	200	200	C	0.0800	0.1288	0.0487	0.0487	0.1255	0.0660	1.5524
5	400	400	C	0.1288	0.1903	0.0615	0.0615	0.1870	0.0833	1.4691
6	200	200	D	0.1903	0.1830	-0.0074	-0.0074	0.1796	-0.0100	1.4790
7	100	100	D	0.1830	0.1708	-0.0121	-0.0121	0.1675	-0.0164	1.4955
8	50	50	D	0.1708	0.1567	-0.0141	-0.0141	0.1534	-0.0191	1.5145
9	25	25	D	0.1567	0.1401	-0.0166	-0.0166	0.1368	-0.0225	1.5370



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo= 1.72

TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	1.6842	25		
	1.6557	50	0.0011	0.0004
	1.6184	100	0.0007	0.0003
	1.5524	200	0.0007	0.0002
	1.4691	400	0.0004	0.0002
DESCARGA	1.4790	200		
	1.4955	100		
	1.5145	50		
	1.5370	25		

e	σ (KPa)	
1.72	90	
0.6880	1000000	0.688

Cc=	0.2551
Cr=	0.069

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 01

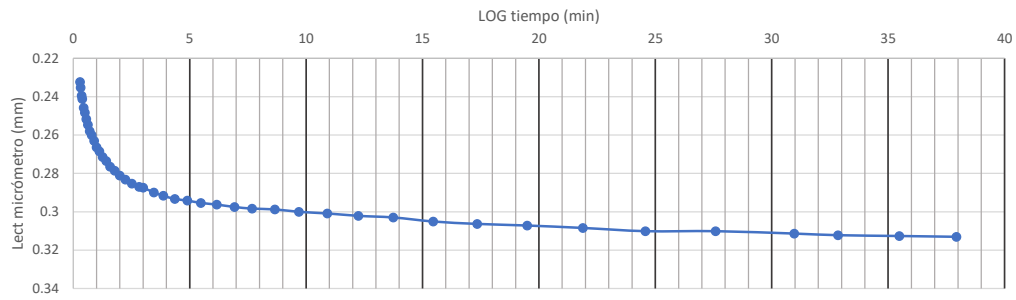
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

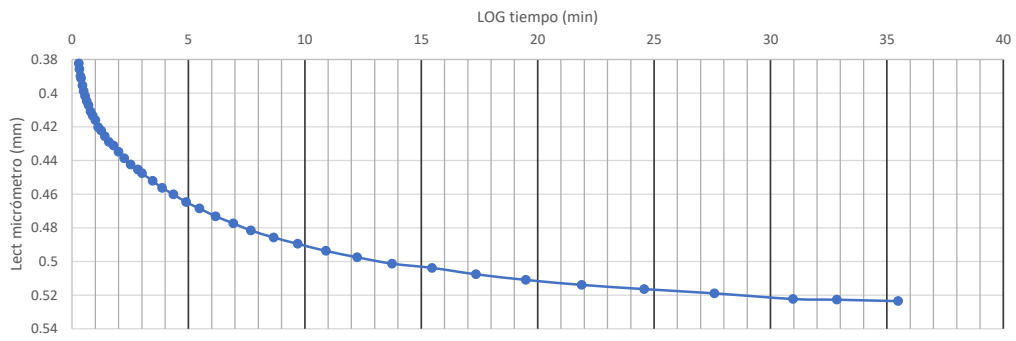
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0.031515	0	0.313049	0	0.52441	0	0.800481	0	1.287913
0.288675	0.232371	0.288675	0.382382	0.288675	0.621896	0.288675	0.989571	0.288675	1.51188
0.316228	0.235312	0.316228	0.385744	0.316228	0.627779	0.316228	0.995034	0.316228	1.518603
0.365148	0.239514	0.365148	0.389946	0.365148	0.634922	0.365148	1.003858	0.365148	1.528688
0.387298	0.241195	0.387298	0.391206	0.387298	0.638704	0.387298	1.006799	0.387298	1.532049
0.447214	0.245817	0.447214	0.395408	0.447214	0.644167	0.447214	1.015203	0.447214	1.541714
0.5	0.248338	0.5	0.39877	0.5	0.648369	0.5	1.022347	0.5	1.549698
0.562731	0.2517	0.562731	0.401711	0.562731	0.652571	0.562731	1.02865	0.562731	1.556421
0.632456	0.254641	0.632456	0.404653	0.632456	0.656773	0.632456	1.035793	0.632456	1.563564
0.707107	0.258003	0.707107	0.407174	0.707107	0.660134	0.707107	1.042516	0.707107	1.571128
0.795822	0.260104	0.795822	0.410956	0.795822	0.664336	0.795822	1.04966	0.795822	1.578271
0.894427	0.263045	0.894427	0.413477	0.894427	0.668118	0.894427	1.056803	0.894427	1.586255
1	0.266407	1	0.415998	1	0.6719	1	1.063106	1	1.594239
1.125463	0.268508	1.125463	0.4202	1.125463	0.675682	1.125463	1.07067	1.125463	1.602643
1.258306	0.271449	1.258306	0.422301	1.258306	0.679884	1.258306	1.077393	1.258306	1.611887
1.414214	0.27355	1.414214	0.425663	1.414214	0.683245	1.414214	1.085377	1.414214	1.621972
1.586401	0.276492	1.586401	0.429024	1.586401	0.687447	1.586401	1.09294	1.586401	1.631637
1.779513	0.278593	1.779513	0.431125	1.779513	0.691229	1.779513	1.100924	1.779513	1.642982
2	0.281114	2	0.434907	2	0.695431	2	1.109328	2	1.655588
2.243509	0.283215	2.243509	0.438689	2.243509	0.700053	2.243509	1.118993	2.243509	1.668614
2.519921	0.285316	2.519921	0.442471	2.519921	0.704255	2.519921	1.128237	2.519921	1.682061
2.828427	0.286997	2.828427	0.445412	2.828427	0.709298	2.828427	1.137902	2.828427	1.696768
3	0.287417	3	0.447513	3	0.711399	3	1.144205	3	1.705172
3.464102	0.289938	3.464102	0.452135	3.464102	0.717702	3.464102	1.156811	3.464102	1.724081
3.872983	0.291619	3.872983	0.456337	3.872983	0.722324	3.872983	1.166475	3.872983	1.739208
4.358899	0.2933	4.358899	0.460119	4.358899	0.727366	4.358899	1.17698	4.358899	1.755596
4.898979	0.29414	4.898979	0.464741	4.898979	0.732409	4.898979	1.187485	4.898979	1.770723
5.477226	0.295401	5.477226	0.468523	5.477226	0.737451	5.477226	1.19757	5.477226	1.78501
6.164414	0.296241	6.164414	0.473145	6.164414	0.742914	6.164414	1.208075	6.164414	1.798456
6.928203	0.297502	6.928203	0.477347	6.928203	0.749217	6.928203	1.21816	6.928203	1.810642
7.681146	0.298342	7.681146	0.481549	7.681146	0.752578	7.681146	1.225303	7.681146	1.820727
8.660254	0.298762	8.660254	0.485751	8.660254	0.758461	8.660254	1.233707	8.660254	1.829551
9.69536	0.300023	9.69536	0.489533	9.69536	0.762663	9.69536	1.241271	9.69536	1.837955
10.908712	0.300863	10.908712	0.493735	10.908712	0.768126	10.908712	1.247574	10.908712	1.8493
12.247449	0.302124	12.247449	0.497517	12.247449	0.771487	12.247449	1.253877	12.247449	1.854763
13.747727	0.302964	13.747727	0.501299	13.747727	0.775269	13.747727	1.25976	13.747727	1.858545
15.459625	0.305065	15.459625	0.50382	15.459625	0.779471	15.459625	1.264382	15.459625	1.862747
17.349352	0.306326	17.349352	0.507602	17.349352	0.783253	17.349352	1.269424	17.349352	1.866108
19.493589	0.307166	19.493589	0.510963	19.493589	0.785774	19.493589	1.273206	19.493589	1.87031
21.886069	0.308427	21.886069	0.513905	21.886069	0.789136	21.886069	1.276988	21.886069	1.873672
24.576411	0.310108	24.576411	0.516426	24.576411	0.791657	24.576411	1.279509	24.576411	1.876193
27.586228	0.310108	27.586228	0.518947	27.586228	0.793758	27.586228	1.28203	27.586228	1.879555
30.967725	0.311368	30.967725	0.522309	30.967725	0.795859	30.967725	1.284972	30.967725	1.881656
32.848135	0.312209	32.848135	0.522729	32.848135	0.796699	32.848135	1.285812	32.848135	1.882916
35.48239	0.312629	35.48239	0.523569	35.48239	0.79796	35.48239	1.287493	35.48239	1.884177
37.934153	0.313049	37.934153		37.934153	0.799641	37.934153	1.287913	37.934153	1.886698
								40.975602	1.89048
								43.806392	1.893001
								46.465041	1.894682
								48.979588	1.896363
								51.371198	1.896783
								53.656314	1.897203
								55.848008	1.900565
								57.956881	1.902666
								59.991666	1.901825
								61.959664	1.903086
ETAPA DE DESCARGA									
25 kg		50 kg		100 kg		200 kg		400 kg	
30.967725	1.401367	10.908712	1.567346	9.69536	1.708113	9.69536	1.829551		

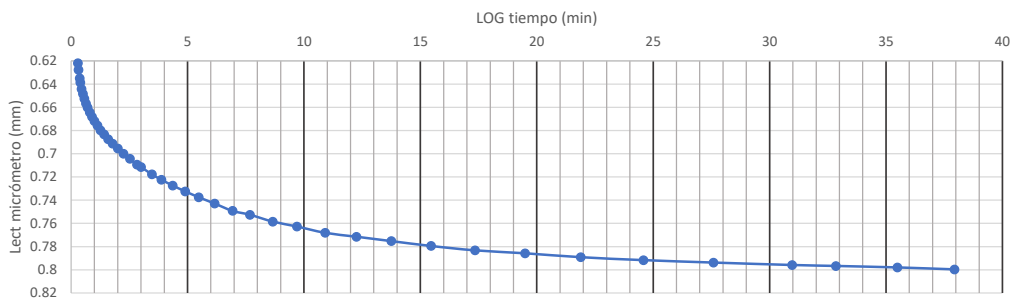
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



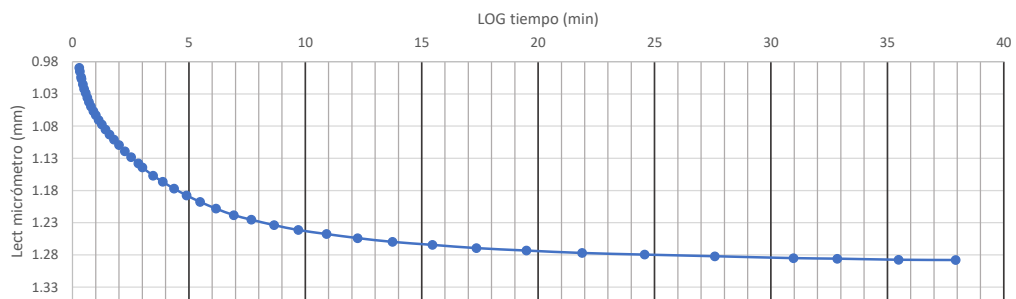
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



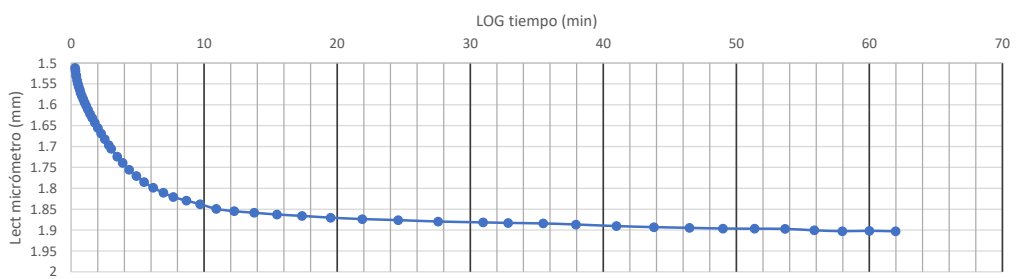
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 6.1 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C
NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**
DESCRIPCIÓN: CALICATA 06 **PROFUNDIDAD** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.33	79.87
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	83.28	152.88
Masa del suelo seco+cáp (gr)	56.28	121.11
Masa del agua agua (gr)	27	31.77
Masa de suelo seco (gr)	37.95	41.24
Humedad (%)	71.15%	77.04%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.356 cm	Altura de la muestra	1.851 cm
Peso del anillo:	64.19 gr	volúmen de la muestra	58.73 cm ³
Área de la muestra	31.73 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	81.80 gr	Masa final de la muestra:	84.62 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	101.85	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	60.75	Pasa tamiz No. 200:	98.1
Índice Plástico:	41.1	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	47.795	gr
Hs=	0.568	cm
Hw₀=	1.072	cm
Hw_f=	1.160	cm
Hv=	1.283	cm
ΔH=	0.180	cm
H_f=	1.671	cm
e₀=	2.256	
e_f=	1.940	
S₀=	83.56%	
S_f=	105.26%	
γ_d=	0.813808	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 7.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 07

PROFUNDIDAD: 0.40 m

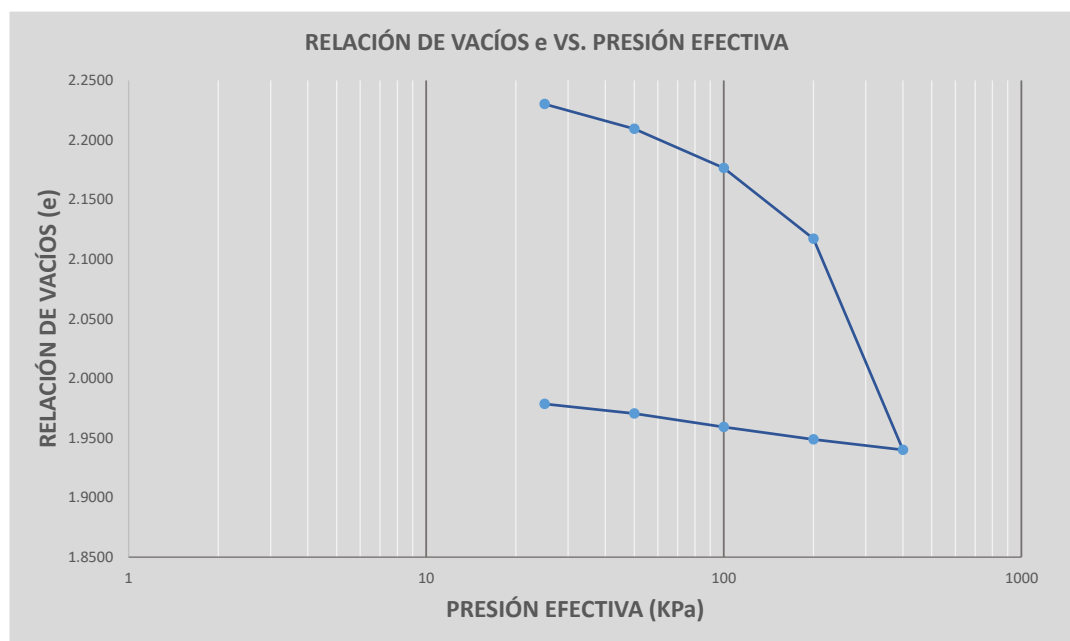
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

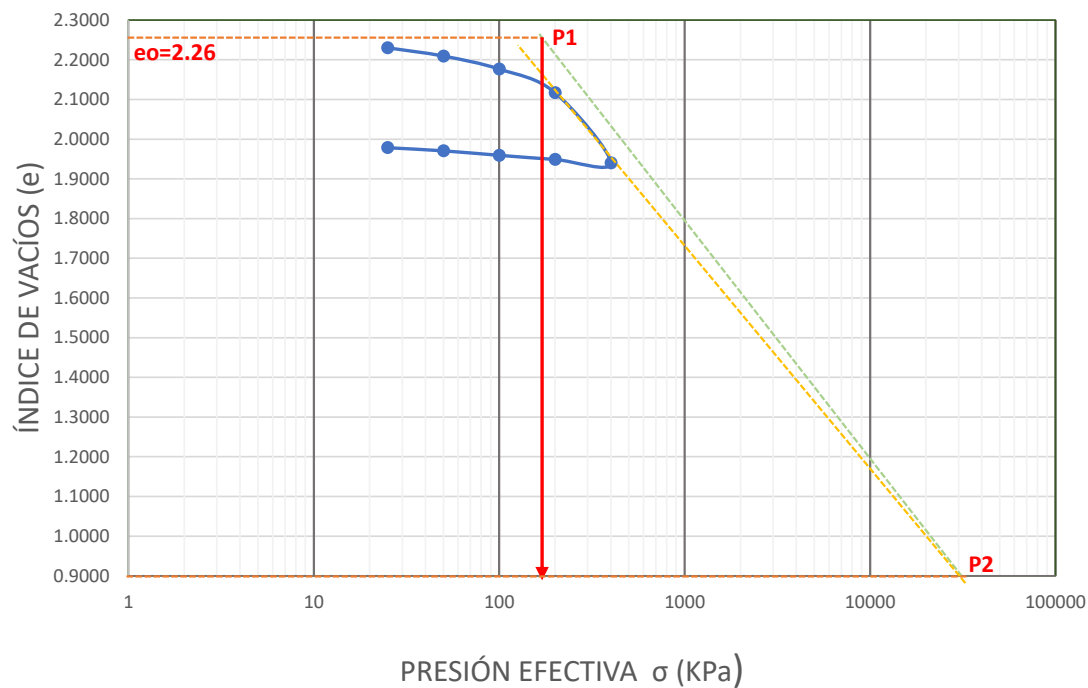
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	71.15%	Contenido final de agua (%):	77.04%
Relación de vacíos inicial (e_0):	2.26	Relación de vacíos final (e_f):	1.94
CC=	0.67	Cr=	0.03

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0149	0.0149	0.0149	0.0149	0.0261	2.2302
2	50	50	C	0.0149	0.0268	0.0118	0.0118	0.0267	0.0208	2.2093
3	100	100	C	0.0268	0.0455	0.0186	0.0186	0.0453	0.0328	2.1765
4	200	200	C	0.0456	0.0793	0.0338	0.0338	0.0791	0.0594	2.1172
5	400	400	C	0.0793	0.1801	0.1007	0.1007	0.1798	0.1772	1.9400
6	200	200	D	0.1801	0.1750	-0.0050	-0.0050	0.1748	-0.0089	1.9489
7	100	100	D	0.1750	0.1691	-0.0059	-0.0059	0.1688	-0.0104	1.9593
8	50	50	D	0.1691	0.1627	-0.0064	-0.0064	0.1624	-0.0113	1.9706
9	25	25	D	0.1627	0.1582	-0.0045	-0.0045	0.1579	-0.0079	1.9785



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	2.26			
0.4eo=	0.90			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	2.2302	25		
	2.2093	50	0.0008	0.0003
	2.1765	100	0.0007	0.0002
	2.1172	200	0.0006	0.0002
	1.9400	400	0.0009	0.0003
DESCARGA	1.9489	200		
	1.9593	100		
	1.9706	50		
	1.9785	25		

e	σ (KPa)
2.26	180
0.90	30000

Cc=	0.6093
Cr=	0.0319

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 7.1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 07

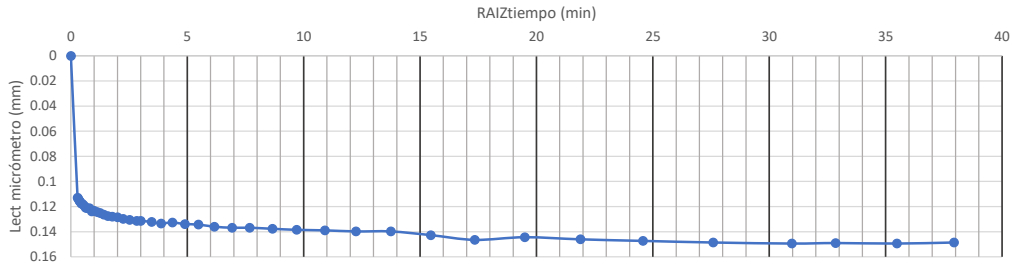
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

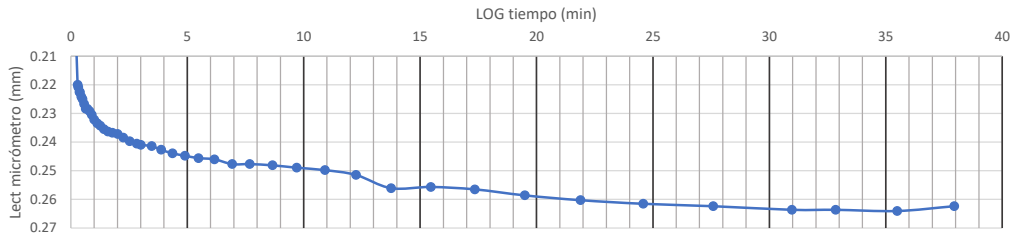
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.149449	0	0.268252	0	0.455903	0	0.793422
0.288675	0.112926	0.288675	0.219975	0.288675	0.37782	0.288675	0.659506	0.288675	1.372326
0.316228	0.113766	0.316228	0.220815	0.316228	0.379919	0.316228	0.665383	0.316228	1.407589
0.365148	0.115445	0.365148	0.222494	0.365148	0.383697	0.365148	0.6721	0.365148	1.444532
0.387298	0.115865	0.387298	0.222494	0.387298	0.385796	0.387298	0.675038	0.387298	1.457965
0.447214	0.117544	0.447214	0.224173	0.447214	0.388735	0.447214	0.681335	0.447214	1.483993
0.5	0.117964	0.5	0.225013	0.5	0.391673	0.5	0.685953	0.5	1.502044
0.562731	0.119223	0.562731	0.226692	0.562731	0.393772	0.562731	0.689731	0.562731	1.518836
0.632456	0.120902	0.632456	0.228371	0.632456	0.396291	0.632456	0.694349	0.632456	1.534789
0.707107	0.121322	0.707107	0.228371	0.707107	0.39881	0.707107	0.698127	0.707107	1.548642
0.795822	0.121322	0.795822	0.229211	0.795822	0.400909	0.795822	0.702325	0.795822	1.563335
0.894427	0.123841	0.894427	0.23047	0.894427	0.403008	0.894427	0.706523	0.894427	1.577608
1	0.123421	1	0.232149	1	0.405527	1	0.710721	1	1.590622
1.125463	0.124261	1.125463	0.233409	1.125463	0.407206	1.125463	0.714919	1.125463	1.603216
1.258306	0.1251	1.258306	0.234248	1.258306	0.409305	1.258306	0.717858	1.258306	1.615339
1.414214	0.12636	1.414214	0.235508	1.414214	0.413503	1.414214	0.722056	1.414214	1.626725
1.586401	0.127619	1.586401	0.236347	1.586401	0.415182	1.586401	0.725414	1.586401	1.63764
1.779513	0.128039	1.779513	0.236767	1.779513	0.416861	1.779513	0.728773	1.779513	1.648974
2	0.128459	2	0.237187	2	0.41896	2	0.732131	2	1.65863
2.243509	0.129718	2.243509	0.238446	2.243509	0.421479	2.243509	0.73507	2.243509	1.669125
2.519921	0.130558	2.519921	0.239706	2.519921	0.423158	2.519921	0.738428	2.519921	1.67878
2.828427	0.131397	2.828427	0.240545	2.828427	0.424418	2.828427	0.741367	2.828427	1.688016
3	0.131397	3	0.240965	3	0.425677	3	0.743046	3	1.693053
3.464102	0.132237	3.464102	0.241385	3.464102	0.427776	3.464102	0.747244	3.464102	1.702709
3.872983	0.133496	3.872983	0.242644	3.872983	0.428616	3.872983	0.749763	3.872983	1.710685
4.358899	0.132657	4.358899	0.243904	4.358899	0.430295	4.358899	0.753121	4.358899	1.718241
4.898979	0.133916	4.898979	0.244743	4.898979	0.431974	4.898979	0.75564	4.898979	1.725798
5.477226	0.134336	5.477226	0.245583	5.477226	0.433653	5.477226	0.758998	5.477226	1.732095
6.164414	0.136015	6.164414	0.246003	6.164414	0.434493	6.164414	0.761097	6.164414	1.737972
6.928203	0.136855	6.928203	0.247682	6.928203	0.436172	6.928203	0.764036	6.928203	1.744269
7.681146	0.136855	7.681146	0.247682	7.681146	0.437851	7.681146	0.766135	7.681146	1.749726
8.660254	0.137694	8.660254	0.248102	8.660254	0.439111	8.660254	0.768234	8.660254	1.754764
9.69536	0.138534	9.69536	0.248941	9.69536	0.44037	9.69536	0.772012	9.69536	1.759382
10.908712	0.138954	10.908712	0.249781	10.908712	0.442049	10.908712	0.772852	10.908712	1.76358
12.247449	0.139793	12.247449	0.25146	12.247449	0.442889	12.247449	0.77663	12.247449	1.768617
13.747727	0.139793	13.747727	0.256078	13.747727	0.443309	13.747727	0.778729	13.747727	1.772815
15.459625	0.142732	15.459625	0.255658	15.459625	0.444988	15.459625	0.780408	15.459625	1.777013
17.349352	0.14651	17.349352	0.256498	17.349352	0.446667	17.349352	0.783347	17.349352	1.781211
19.493589	0.144411	19.493589	0.258597	19.493589	0.448346	19.493589	0.785026	19.493589	1.78415
21.886069	0.14609	21.886069	0.260276	21.886069	0.449186	21.886069	0.787545	21.886069	1.787928
24.576411	0.14735	24.576411	0.261535	24.576411	0.451285	24.576411	0.788804	24.576411	1.790867
27.586228	0.148609	27.586228	0.262375	27.586228	0.452964	27.586228	0.789644	27.586228	1.794225
30.967725	0.149449	30.967725	0.263634	30.967725	0.453384	30.967725	0.791743	30.967725	1.796324
32.848135	0.149029	32.848135	0.263634	32.848135	0.453804	32.848135	0.792582	32.848135	1.798003
35.48239	0.149449	35.48239	0.264054	35.48239	0.454643	35.48239	0.793002	35.48239	1.799263
37.934153	0.148609	37.934153	0.262375	37.934153	0.454643	37.934153	0.793422	37.934153	1.800522
		40.975602	0.265733						
		43.806392	0.265733						
		46.465041	0.266573						
		48.979588	0.266573						
		51.371198	0.266993						
		53.656314	0.266153						
		55.848008	0.266993						
		57.956881	0.267832						
		59.991666	0.268252						
		61.959664	0.267832						
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
12.247449	1.581806	27.586228	1.626725	9.69536	1.690954	13.747727	1.750146		

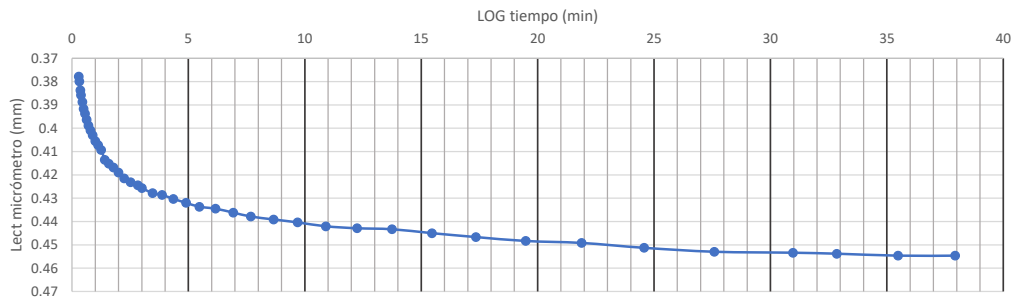
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



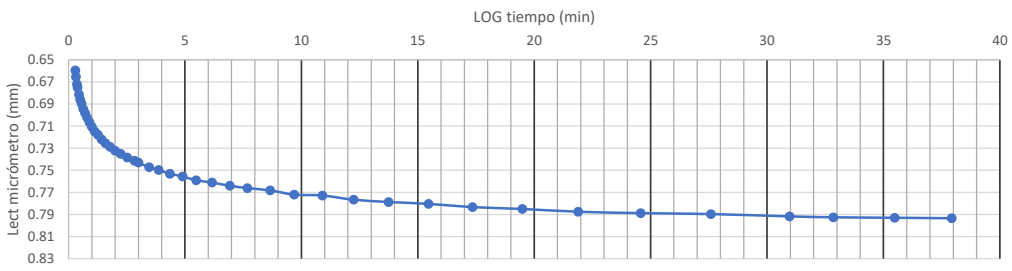
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



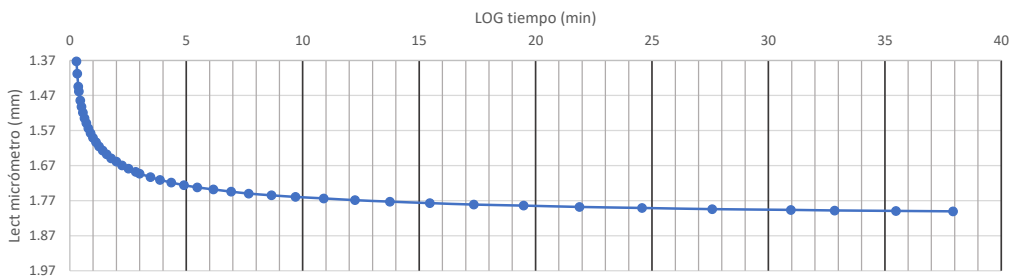
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 7.2
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 07

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.23	22.32
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	86.07	106.17
Masa del suelo seco+cáp (gr)	57.83	69.61
Masa del agua agua (gr)	28.24	36.56
Masa de suelo seco (gr)	39.6	47.29
Humedad (%)	71.31%	77.31%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.341 cm	Altura de la muestra	1.835 cm
Peso del anillo:	67.15 gr	volúmen de la muestra	57.95 cm ³
Área de la muestra	31.58 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	78.83 gr	Masa final de la muestra:	81.59 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	101.85	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	60.75	Pasa tamiz No. 200:	98.1
Índice Plástico:	41.1	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	46.015	gr
Hs=	0.550	cm
Hw₀=	1.039	cm
Hw_f=	1.127	cm
Hv=	1.285	cm
ΔH=	0.137	cm
H_f=	1.698	cm
e₀=	2.337	
e_f=	2.087	
S₀=	80.86%	
S_f=	98.14%	
γ_d=	0.794071	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 7.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 07

PROFUNDIDAD: 0.40 m

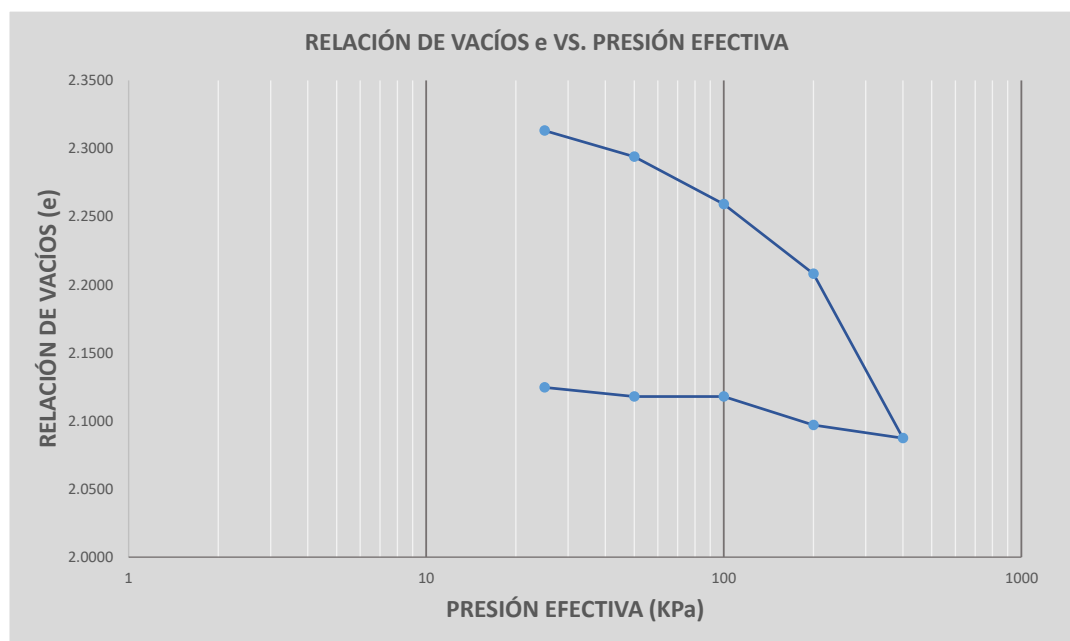
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

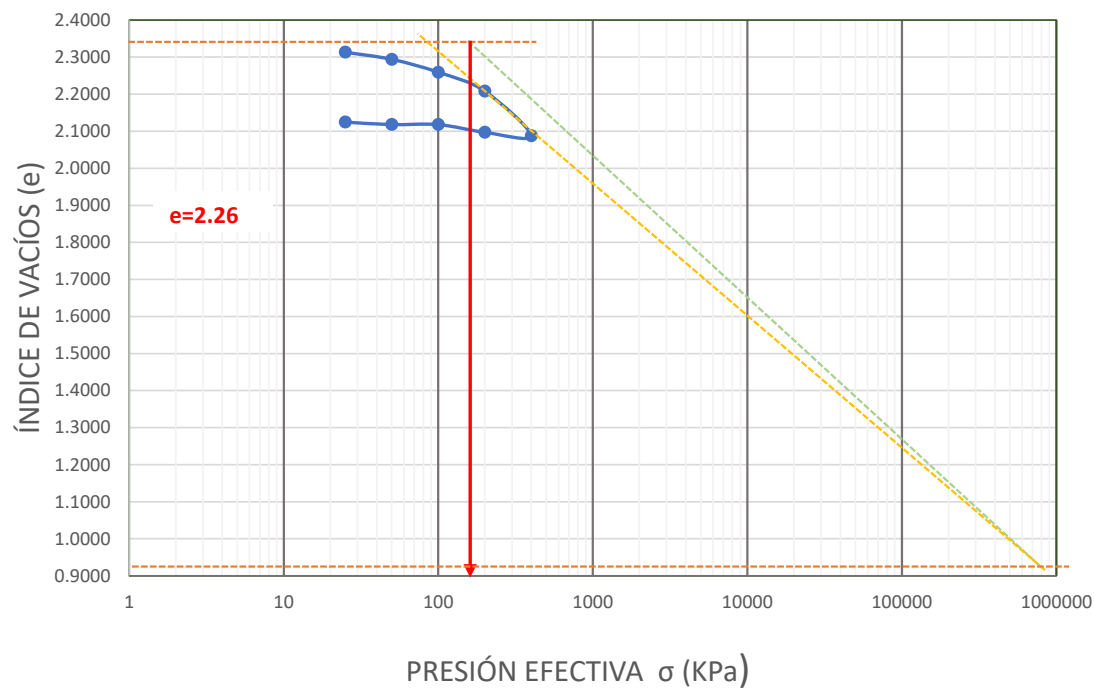
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	71.31%	Contenido final de agua (%):	77.31%
Relación de vacíos inicial (e_0):	2.34	Relación de vacíos final (e_f):	2.09
CC=	0.47	Cr=	0.01

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	0.0241	2.3132
2	50	50	C	0.0132	0.0237	0.0105	0.0105	0.0238	0.0192	2.2940
3	100	100	C	0.0237	0.0428	0.0191	0.0191	0.0429	0.0348	2.2592
4	200	200	C	0.0429	0.0710	0.0282	0.0282	0.0711	0.0512	2.2080
5	400	400	C	0.0710	0.1373	0.0663	0.0663	0.1374	0.1207	2.0873
6	200	200	D	0.1373	0.1320	-0.0053	-0.0053	0.1321	-0.0097	2.0970
7	100	100	D	0.1320	0.1205	-0.0115	-0.0115	0.1206	-0.0209	2.1179
8	50	50	D	0.1205	0.1205	0.0000	0.0000	0.1206	0.0000	2.1179
9	25	25	D	0.1205	0.1169	-0.0037	-0.0037	0.1169	-0.0066	2.1246



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	2.34			
0.4eo=	0.93			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	2.3132	25		
	2.2940	50	0.0008	0.0002
	2.2592	100	0.0007	0.0002
	2.2080	200	0.0005	0.0002
	2.0873	400	0.0006	0.0002
DESCARGA	2.0970	200		
	2.1179	100		
	2.1179	50		
	2.1246	25		

e	σ (KPa)
2.34	172
0.93	800000

Cc=	0.3824
Cr=	0.011

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 7.2

DESCRIPCIÓN: CALICATA 07

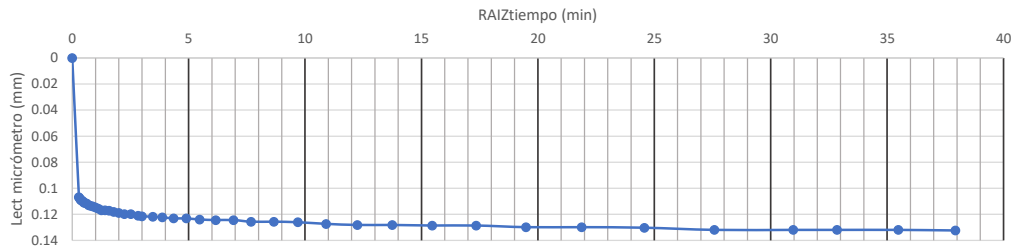
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

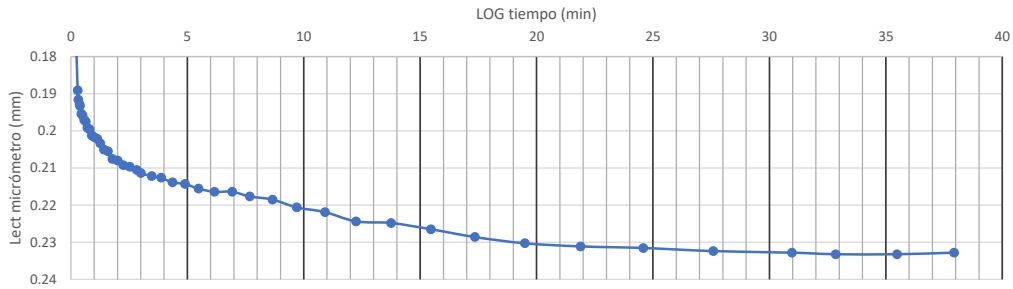
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.131523	0	0.236993	0	0.428604	0	0.709718
0.288675	0.106731	0.288675	0.18909	0.288675	0.353388	0.288675	0.606769	0.288675	1.035793
0.316228	0.107571	0.316228	0.191611	0.316228	0.354649	0.316228	0.609971	0.316228	1.05092
0.365148	0.108832	0.365148	0.192872	0.365148	0.358431	0.365148	0.615173	0.365148	1.07193
0.387298	0.109252	0.387298	0.193292	0.387298	0.359271	0.387298	0.617274	0.387298	1.080334
0.447214	0.109672	0.447214	0.195393	0.447214	0.362633	0.447214	0.622316	0.447214	1.099243
0.5	0.110933	0.5	0.195813	0.5	0.365154	0.5	0.625678	0.5	1.11311
0.562731	0.111353	0.562731	0.197074	0.562731	0.367255	0.562731	0.62946	0.562731	1.126136
0.632456	0.111773	0.632456	0.197494	0.632456	0.369356	0.632456	0.632821	0.632456	1.138322
0.707107	0.113034	0.707107	0.199175	0.707107	0.371877	0.707107	0.634922	0.707107	1.151348
0.795822	0.113454	0.795822	0.199595	0.795822	0.373978	0.795822	0.639124	0.795822	1.162273
0.894427	0.113874	0.894427	0.201276	0.894427	0.376079	0.894427	0.642486	0.894427	1.174039
1	0.114715	1	0.201696	1	0.3786	1	0.645427	1	1.184124
1.125463	0.115555	1.125463	0.202116	1.125463	0.380701	1.125463	0.648369	1.125463	1.195049
1.258306	0.116816	1.258306	0.203377	1.258306	0.382802	1.258306	0.65089	1.258306	1.205134
1.414214	0.116816	1.414214	0.205058	1.414214	0.384483	1.414214	0.653831	1.414214	1.215639
1.586401	0.117236	1.586401	0.205478	1.586401	0.386584	1.586401	0.656773	1.586401	1.224883
1.779513	0.118076	1.779513	0.207579	1.779513	0.388685	1.779513	0.659294	1.779513	1.233707
2	0.118917	2	0.207999	2	0.390366	2	0.661395	2	1.242952
2.243509	0.119757	2.243509	0.20926	2.243509	0.392467	2.243509	0.663916	2.243509	1.251776
2.519921	0.119757	2.519921	0.20968	2.519921	0.395408	2.519921	0.666017	2.519921	1.26018
2.828427	0.121018	2.828427	0.21052	2.828427	0.396669	2.828427	0.668538	2.828427	1.268164
3	0.121438	3	0.211361	3	0.397509	3	0.670219	3	1.272366
3.464102	0.121858	3.464102	0.212201	3.464102	0.39919	3.464102	0.67274	3.464102	1.28077
3.872983	0.122278	3.872983	0.212621	3.872983	0.401291	3.872983	0.674421	3.872983	1.287493
4.358899	0.123119	4.358899	0.213882	4.358899	0.402552	4.358899	0.676102	4.358899	1.294636
4.898979	0.123119	4.898979	0.214302	4.898979	0.403812	4.898979	0.678203	4.898979	1.300939
5.477226	0.123959	5.477226	0.215563	5.477226	0.405493	5.477226	0.680304	5.477226	1.306822
6.164414	0.124379	6.164414	0.216403	6.164414	0.407594	6.164414	0.681985	6.164414	1.313125
6.928203	0.124379	6.928203	0.216403	6.928203	0.409275	6.928203	0.684086	6.928203	1.318588
7.681146	0.12564	7.681146	0.217664	7.681146	0.410115	7.681146	0.685346	7.681146	1.32321
8.660254	0.12564	8.660254	0.218504	8.660254	0.411376	8.660254	0.687447	8.660254	1.329093
9.69536	0.12606	9.69536	0.220605	9.69536	0.413057	9.69536	0.689548	9.69536	1.333295
10.908712	0.127321	10.908712	0.221866	10.908712	0.414317	10.908712	0.690809	10.908712	1.338337
12.247449	0.128161	12.247449	0.224387	12.247449	0.415998	12.247449	0.69291	12.247449	1.342539
13.747727	0.128161	13.747727	0.224807	13.747727	0.417259	13.747727	0.694591	13.747727	1.346741
15.459625	0.128581	15.459625	0.226488	15.459625	0.418519	15.459625	0.695431	15.459625	1.350523
17.349352	0.128581	17.349352	0.228589	17.349352	0.42062	17.349352	0.697532	17.349352	1.353464
19.493589	0.129842	19.493589	0.23027	19.493589	0.422301	19.493589	0.703835	19.493589	1.357246
21.886069	0.129842	21.886069	0.23111	21.886069	0.423562	21.886069	0.705516	21.886069	1.360608
24.576411	0.130262	24.576411	0.23153	24.576411	0.425663	24.576411	0.706356	24.576411	1.363129
27.586228	0.131943	27.586228	0.232371	27.586228	0.426503	27.586228	0.708037	27.586228	1.36565
30.967725	0.131943	30.967725	0.232791	30.967725	0.427764	30.967725	0.708457	30.967725	1.368171
32.848135	0.131943	32.848135	0.233211	32.848135	0.427764	32.848135	0.709298	32.848135	1.369852
35.48239	0.131943	35.48239	0.233211	35.48239	0.428604	35.48239	0.709718	35.48239	1.371533
37.934153	0.132363	37.934153	0.232791	37.934153	0.428184	37.934153	0.710138	37.934153	1.373214
		40.975602	0.233631						
		43.806392	0.234892						
		46.465041	0.235312						
		48.979588	0.235732						
		51.371198	0.235732						
		53.656314	0.235732						
		55.848008	0.236573						
		57.956881	0.235732						
		59.991666	0.236993						
		61.959664	0.236993						
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
12.247449	1.168576	27.586228	1.205134	9.69536	1.205134	13.747727	1.319848		

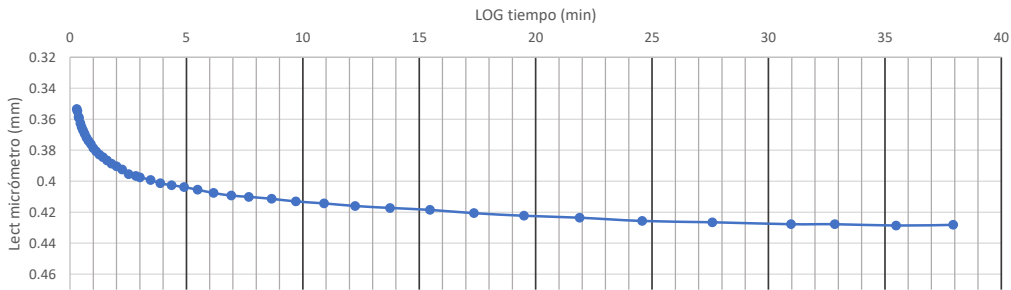
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



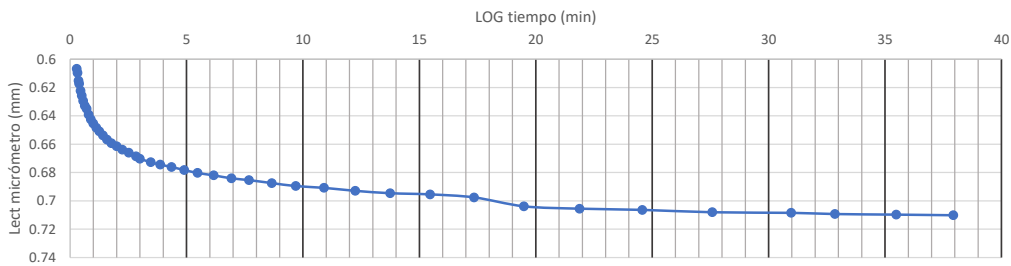
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



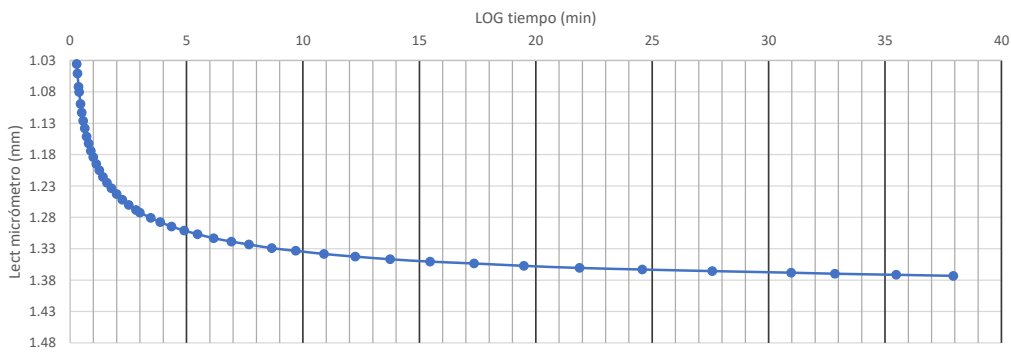
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 8.1
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 08

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.83	79.87
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	74.39	131.82
Masa del suelo seco+cáp (gr)	46.85	107
Masa del agua (gr)	27.54	24.82
Masa de suelo seco (gr)	29.02	27.13
Humedad (%)	94.90%	91.49%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.355 cm	Altura de la muestra	1.794 cm
Peso del anillo:	62.37 gr	volúmen de la muestra	56.90 cm ³
Área de la muestra	31.72 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	57.88 gr	Masa final de la muestra:	56.87 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	132.86	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.93	Pasa tamiz No. 200:	93.3
Índice Plástico:	43.93	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	29.697	gr
Hs=	0.353	cm
Hw₀=	0.889	cm
Hw_f=	0.857	cm
Hv=	1.441	cm
ΔH=	0.618	cm
H_f=	1.176	cm
e₀=	4.078	
e_f=	2.327	
S₀=	61.67%	
S_f=	104.17%	
γ_d=	0.521883	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 8.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 08

PROFUNDIDAD: 0.40 m

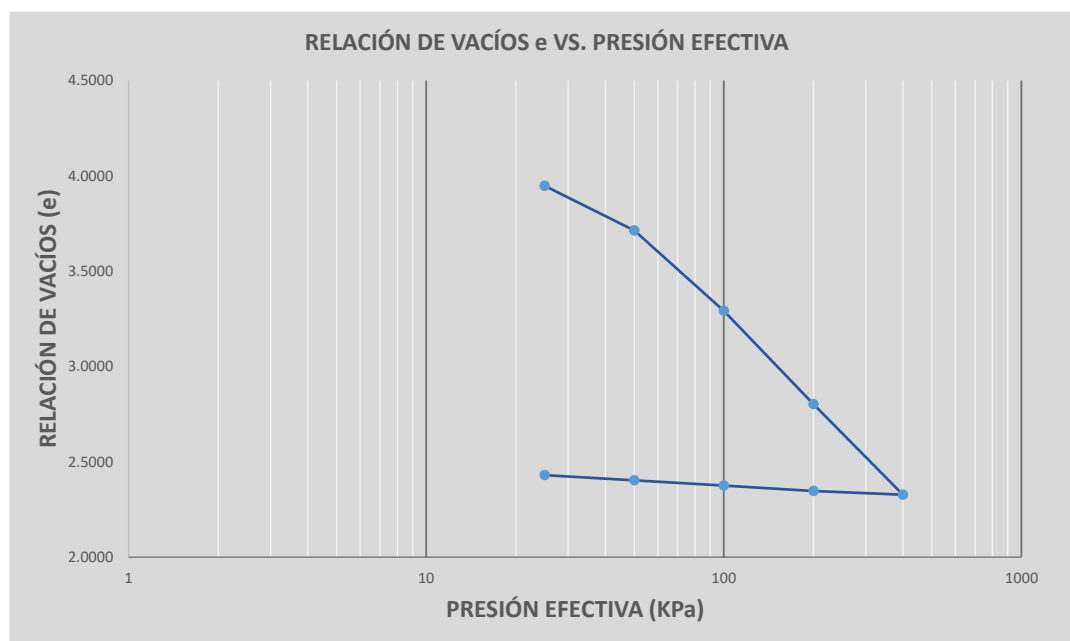
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

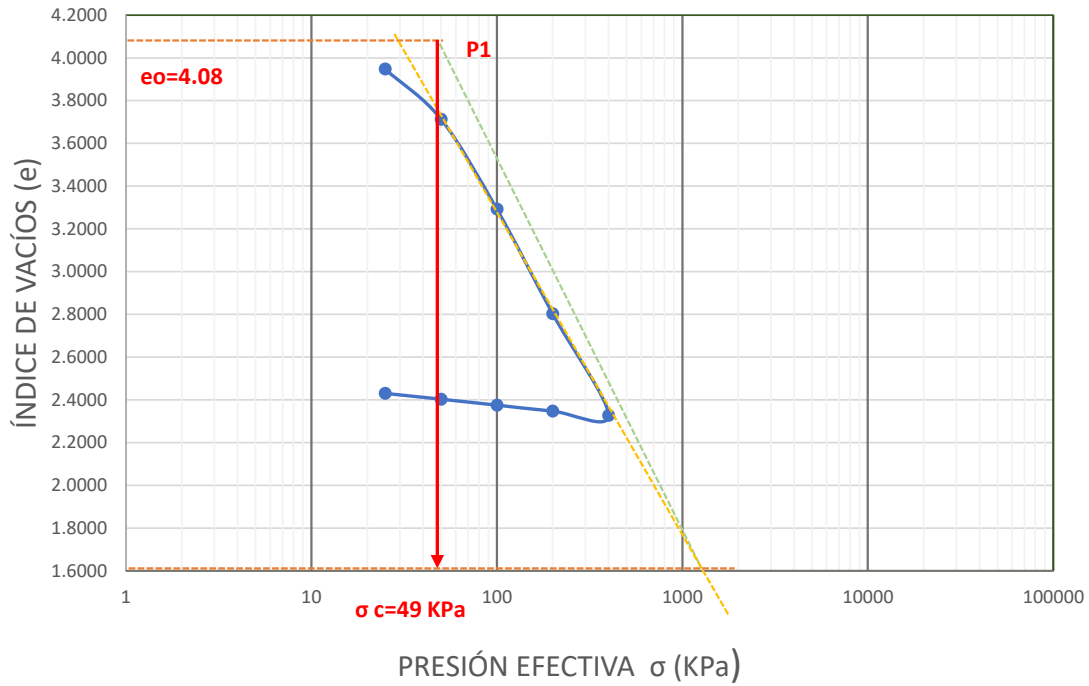
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	94.90%	Contenido final de agua (%):	91.49%
Relación de vacíos inicial (e_0):	4.08	Relación de vacíos final (e_f):	2.33
CC=	1.56	Cr=	0.09

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0461	0.0461	0.0461	0.0461	0.1305	3.9473
2	50	50	C	0.0461	0.1289	0.0828	0.0828	0.1289	0.2343	3.7130
3	100	100	C	0.1289	0.2776	0.1487	0.1487	0.2776	0.4210	3.2920
4	200	200	C	0.2776	0.4506	0.1730	0.1730	0.4506	0.4897	2.8023
5	400	400	C	0.4506	0.6184	0.1678	0.1678	0.6184	0.4749	2.3274
6	200	200	D	0.6184	0.6114	-0.0070	-0.0070	0.6114	-0.0198	2.3472
7	100	100	D	0.6114	0.6016	-0.0098	-0.0098	0.6016	-0.0278	2.3750
8	50	50	D	0.6016	0.5918	-0.0099	-0.0099	0.5918	-0.0279	2.4028
9	25	25	D	0.5918	0.5822	-0.0096	-0.0096	0.5822	-0.0272	2.4300



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	4.08			
0.4eo=	1.63			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	3.9473	25		
	3.7130	50	0.0094	0.0018
	3.2920	100	0.0084	0.0017
	2.8023	200	0.0049	0.0010
	2.3274	400	0.0024	0.0005
DESCARGA	2.3472	200		
	2.3750	100		
	2.4028	50		
	2.4300	25		

e	σ (KPa)
4.08	49
1.63	1500

Cc=	1.6466
Cr=	0.0914

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 8.1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 08

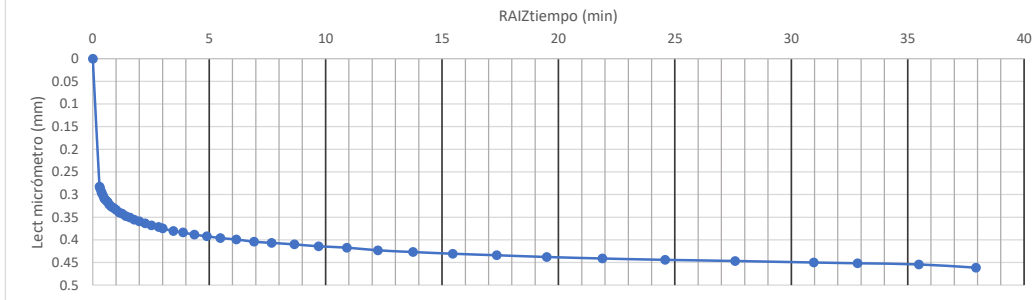
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

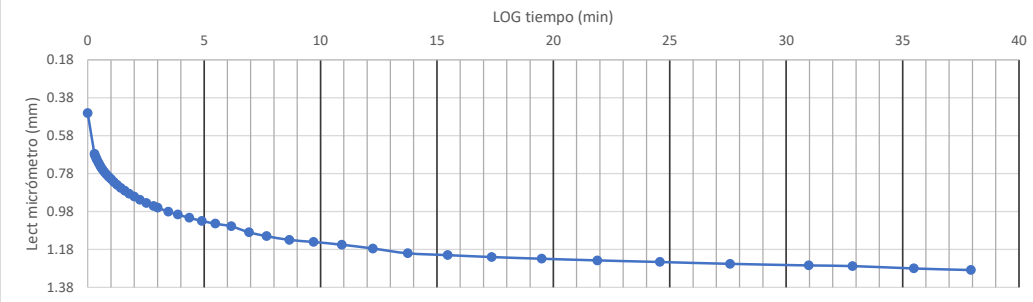
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0.000421	0	0.460995	0	1.288681	0	2.776074	0	4.506384
0.288675	0.282491	0.288675	0.675284	0.288675	1.822509	0.288675	3.393681	0.288675	5.080628
0.316228	0.286701	0.316228	0.685809	0.316228	1.88608	0.316228	3.457673	0.316228	5.124833
0.365148	0.294279	0.365148	0.69886	0.365148	1.969438	0.365148	3.542715	0.365148	5.193456
0.387298	0.296805	0.387298	0.705175	0.387298	2.001855	0.387298	3.57429	0.387298	5.221663
0.447214	0.30312	0.447214	0.719489	0.447214	2.067531	0.447214	3.644176	0.447214	5.285234
0.5	0.309014	0.5	0.730435	0.5	2.108368	0.5	3.69217	0.5	5.331965
0.562731	0.312803	0.562731	0.74517	0.562731	2.146258	0.562731	3.73848	0.562731	5.378696
0.632456	0.316171	0.632456	0.7578	0.632456	2.180359	0.632456	3.779738	0.632456	5.423743
0.707107	0.322065	0.707107	0.77043	0.707107	2.209408	0.707107	3.814681	0.707107	5.462054
0.795822	0.326696	0.795822	0.78306	0.795822	2.238036	0.795822	3.850045	0.795822	5.500365
0.894427	0.329643	0.894427	0.796953	0.894427	2.26498	0.894427	3.882883	0.894427	5.536571
1	0.333853	1	0.808741	1	2.289398	1	3.910669	1	5.569409
1.125463	0.339326	1.125463	0.824318	1.125463	2.313816	1.125463	3.940139	1.125463	5.601405
1.258306	0.342273	1.258306	0.839895	1.258306	2.336129	1.258306	3.96582	1.258306	5.630033
1.414214	0.347325	1.414214	0.855893	1.414214	2.358863	1.414214	3.991501	1.414214	5.659924
1.586401	0.350693	1.586401	0.870628	1.586401	2.379071	1.586401	4.015919	1.586401	5.686868
1.779513	0.355324	1.779513	0.886626	1.779513	2.400963	1.779513	4.038653	1.779513	5.713391
2	0.359113	2	0.901361	2	2.42075	2	4.060966	2	5.737809
2.243509	0.363744	2.243509	0.91778	2.243509	2.439274	2.243509	4.082858	2.243509	5.761806
2.519921	0.367954	2.519921	0.93462	2.519921	2.457798	2.519921	4.103908	2.519921	5.784119
2.828427	0.371743	2.828427	0.95146	2.828427	2.47548	2.828427	4.124116	2.828427	5.806853
3	0.37469	3	0.95988	3	2.485163	3	4.133799	3	5.819483
3.464102	0.380584	3.464102	0.980509	3.464102	2.506213	3.464102	4.157375	3.464102	5.844743
3.872983	0.383531	3.872983	0.996086	3.872983	2.521369	3.872983	4.174636	3.872983	5.86453
4.358899	0.388583	4.358899	1.012926	4.358899	2.538209	4.358899	4.19316	4.358899	5.885159
4.898979	0.391951	4.898979	1.029345	4.898979	2.553786	4.898979	4.210421	4.898979	5.904946
5.477226	0.396161	5.477226	1.04408	5.477226	2.5681	5.477226	4.22684	5.477226	5.923049
6.164414	0.399108	6.164414	1.057973	6.164414	2.584098	6.164414	4.24368	6.164414	5.941994
6.928203	0.40416	6.928203	1.089548	6.928203	2.597991	6.928203	4.259678	6.928203	5.959676
7.681146	0.406686	7.681146	1.109756	7.681146	2.610621	7.681146	4.273571	7.681146	5.975674
8.660254	0.410054	8.660254	1.129543	8.660254	2.624935	8.660254	4.289148	8.660254	5.992935
9.69536	0.414264	9.69536	1.140489	9.69536	2.637986	9.69536	4.303041	9.69536	6.009354
10.908712	0.417211	10.908712	1.154803	10.908712	2.651879	10.908712	4.317776	10.908712	6.026615
12.247449	0.423105	12.247449	1.175011	12.247449	2.665351	12.247449	4.330406	12.247449	6.042613
13.747727	0.426894	13.747727	1.200271	13.747727	2.677981	13.747727	4.345141	13.747727	6.05819
15.459625	0.430683	15.459625	1.209954	15.459625	2.690611	15.459625	4.358613	15.459625	6.075451
17.349352	0.434051	17.349352	1.220058	17.349352	2.701136	17.349352	4.372085	17.349352	6.091449
19.493589	0.43784	19.493589	1.228899	19.493589	2.713345	19.493589	4.384294	19.493589	6.109973
21.886069	0.441208	21.886069	1.23774	21.886069	2.72387	21.886069	4.396503	21.886069	6.125129
24.576411	0.444155	24.576411	1.24616	24.576411	2.734395	24.576411	4.407449	24.576411	6.140285
27.586228	0.446681	27.586228	1.255843	27.586228	2.744078	27.586228	4.418816	27.586228	6.154178
30.967725	0.450049	30.967725	1.264263	30.967725	2.753761	30.967725	4.430183	30.967725	6.165545
32.848135	0.451733	32.848135	1.267631	32.848135	2.757971	32.848135	4.435656	32.848135	6.171018
35.48239	0.454259	35.48239	1.280261	35.48239	2.767233	35.48239	4.444076	35.48239	6.178175
37.934153	0.461416	37.934153	1.288681	37.934153	2.776074	37.934153	4.453338	37.934153	6.184069
							40.975602	4.464705	
							43.806392	4.471441	
							46.465041	4.477335	
							48.979588	4.481545	
							51.371198	4.485755	
							53.656314	4.491649	
							55.848008	4.496701	
							57.956881	4.500911	
							59.991666	4.504279	
							61.959664	4.506384	
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
8.660254	5.821588	7.681146	5.917576	7.681146	6.01609	7.681146	6.114183		

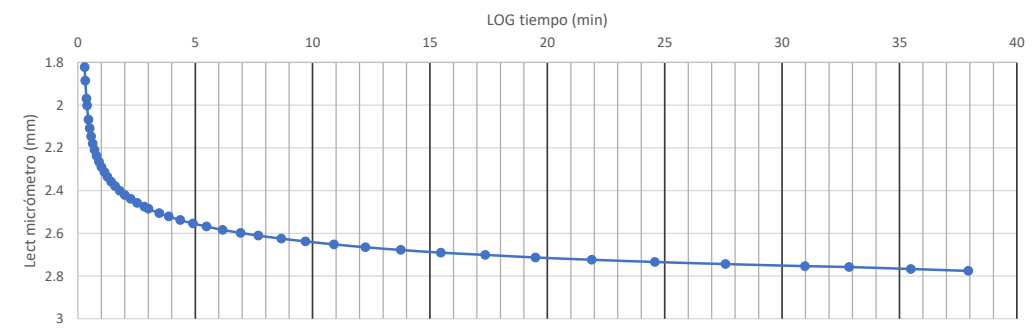
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



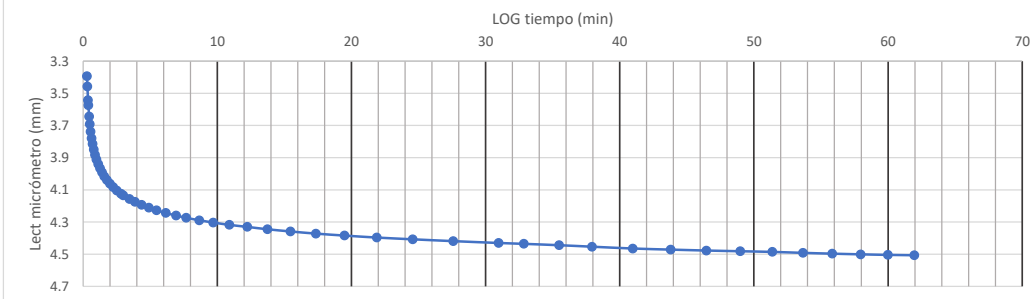
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



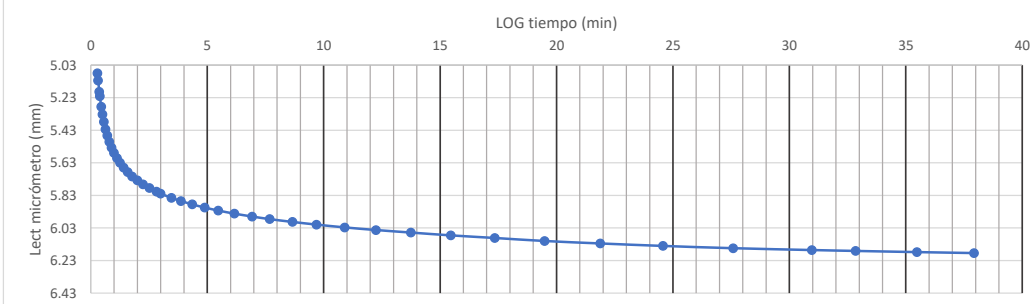
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 8.2
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 08

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	18.1	81.62
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	81.49	132.9
Masa del suelo seco+cáp (gr)	50.55	108.54
Masa del agua (gr)	30.94	24.36
Masa de suelo seco (gr)	32.45	26.92
Humedad (%)	95.35%	90.49%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.343 cm	Altura de la muestra	1.993 cm
Peso del anillo:	85.43 gr	volúmen de la muestra	62.98 cm ³
Área de la muestra	31.60 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	64.46 gr	Masa final de la muestra:	62.86 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	132.86	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.93	Pasa tamiz No. 200:	93.3
Índice Plástico:	43.93	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	32.998	gr
Hs=	0.394	cm
Hw₀=	0.996	cm
Hw_f=	0.945	cm
Hv=	1.599	cm
ΔH=	0.592	cm
H_f=	1.401	cm
e₀=	4.058	
e_f=	2.555	
S₀=	62.27%	
S_f=	93.85%	
γ_d=	0.523959	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 8.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 08

PROFUNDIDAD: 0.40 m

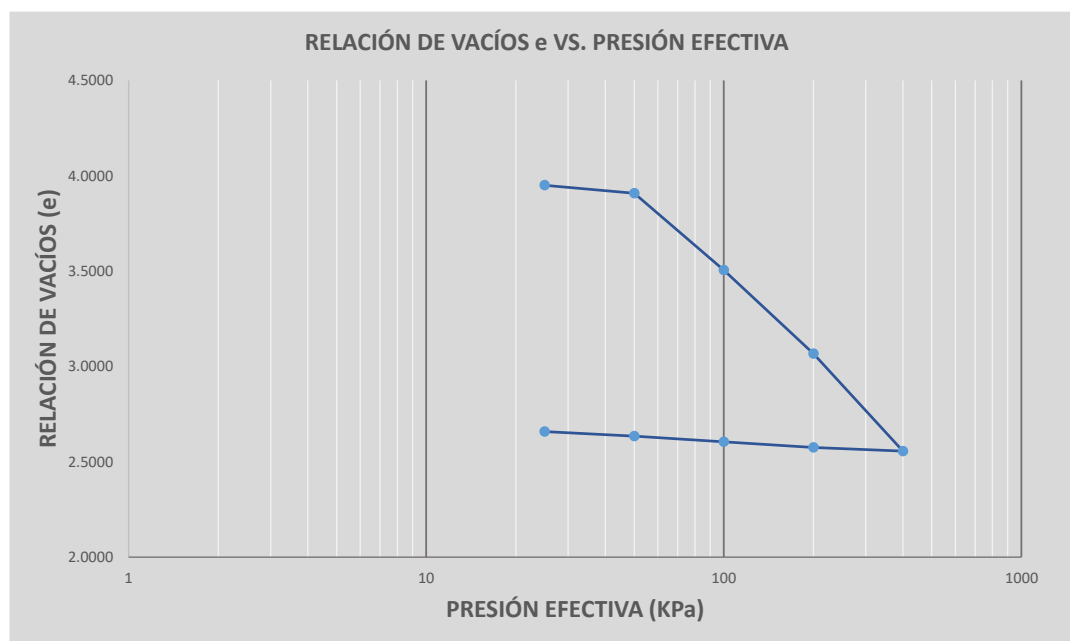
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

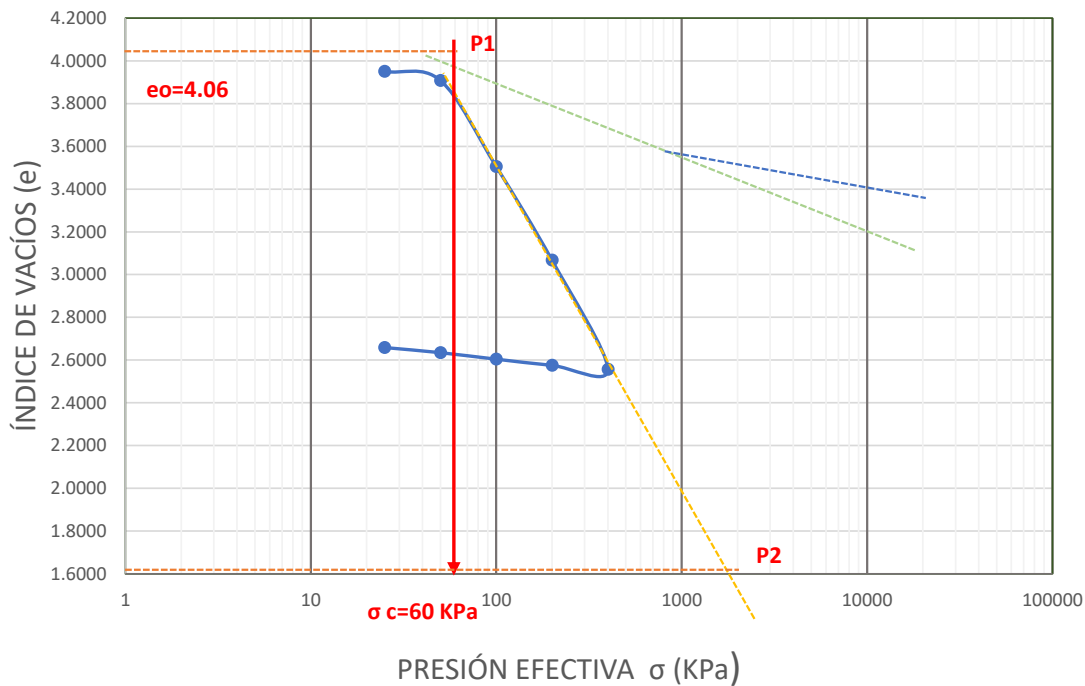
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	95.35%	Contenido final de agua (%):	90.49%
Relación de vacíos inicial (e_o):	4.06	Relación de vacíos final (e_f):	2.56
CC=	1.57	Cr=	0.09

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_o (cm)	D_f (cm)	DF - D_o	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0004	0.0427	0.0424	0.0424	0.0424	0.1075	3.9502
2	50	50	C	0.0427	0.0593	0.0166	0.0166	0.0590	0.0422	3.9080
3	100	100	C	0.0593	0.2180	0.1587	0.1587	0.2176	0.4027	3.5053
4	200	200	C	0.2180	0.3908	0.1728	0.1728	0.3904	0.4385	3.0669
5	400	400	C	0.3907	0.5920	0.2013	0.2013	0.5917	0.5109	2.5560
6	200	200	D	0.5920	0.5844	-0.0076	-0.0076	0.5841	-0.0194	2.5754
7	100	100	D	0.5844	0.5730	-0.0114	-0.0114	0.5727	-0.0288	2.6042
8	50	50	D	0.5730	0.5611	-0.0120	-0.0120	0.5607	-0.0304	2.6346
9	25	25	D	0.5611	0.5516	-0.0094	-0.0094	0.5513	-0.0240	2.6586



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA

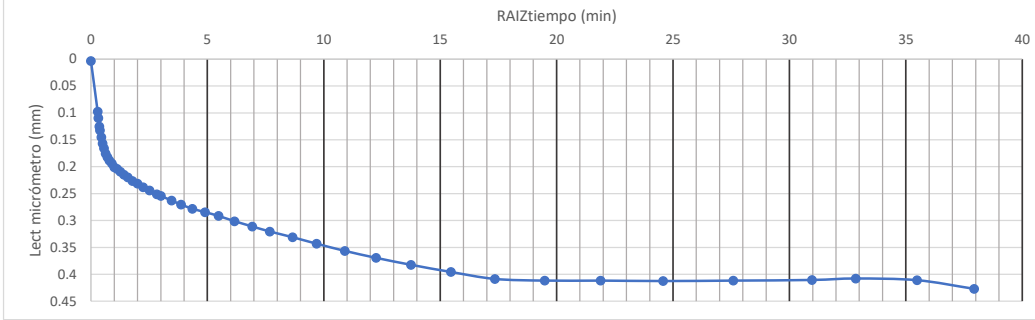


eo=	4.06			
0.4eo=	1.62			
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	3.9502	25		
	3.9080	50	0.0017	0.0003
	3.5053	100	0.0081	0.0016
	3.0669	200	0.0044	0.0009
	2.5560	400	0.0026	0.0005
DESCARGA	2.5754	200		
	2.6042	100		
	2.6346	50		
	2.6586	25		

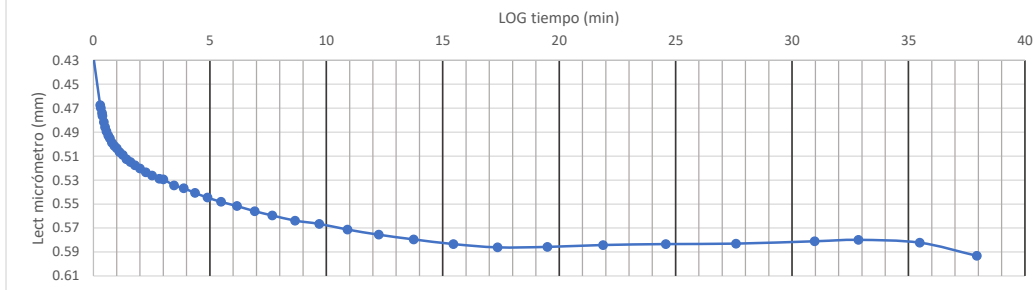
e	σ (KPa)
4.06	60
1.62	1800

Cc=	1.6482
Cr=	0.0903

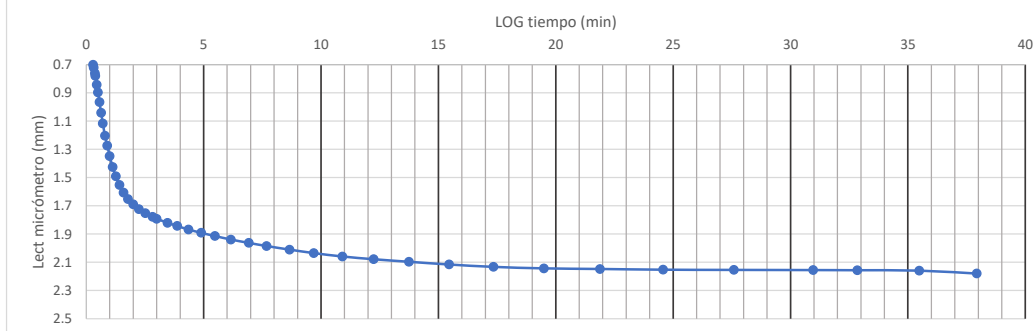
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



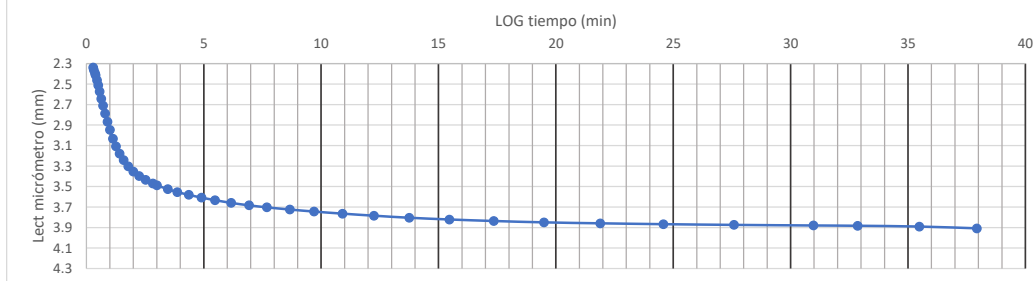
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



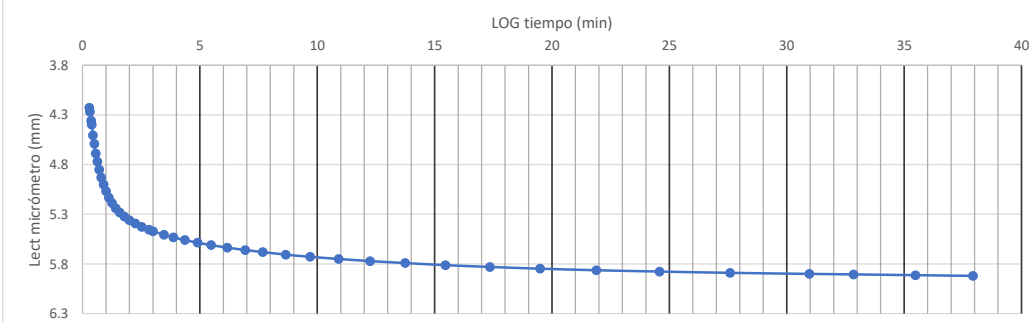
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 9.1 **TEMPERATURA DEL LABORATORIO:** 20C

NORMA: ASTM D 2435 **FECHA DE ENSAYO:**

DESCRIPCIÓN: CALICATA 09 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.88	22.75
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	81.04	98.51
Masa del suelo seco+cáp (gr)	45.84	54.43
Masa del agua (gr)	35.2	44.08
Masa de suelo seco (gr)	27.96	31.68
Humedad (%)	125.89%	139.14%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.344 cm	Altura de la muestra	1.802 cm
Peso del anillo:	62.35 gr	volúmen de la muestra	56.96 cm ³
Área de la muestra	31.61 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	57.86 gr	Masa final de la muestra:	61.25 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	132.86	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.93	Pasa tamiz No. 200:	93.3
Índice Plástico:	43.93	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	25.614	gr
Hs=	0.306	cm
Hw₀=	1.020	cm
Hw_f=	1.127	cm
Hv=	1.496	cm
ΔH=	0.412	cm
H_f=	1.390	cm
e₀=	4.893	
e_f=	3.546	
S₀=	68.18%	
S_f=	103.99%	
γ_d=	0.449679	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 9.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 09

PROFUNDIDAD: 0.40 m

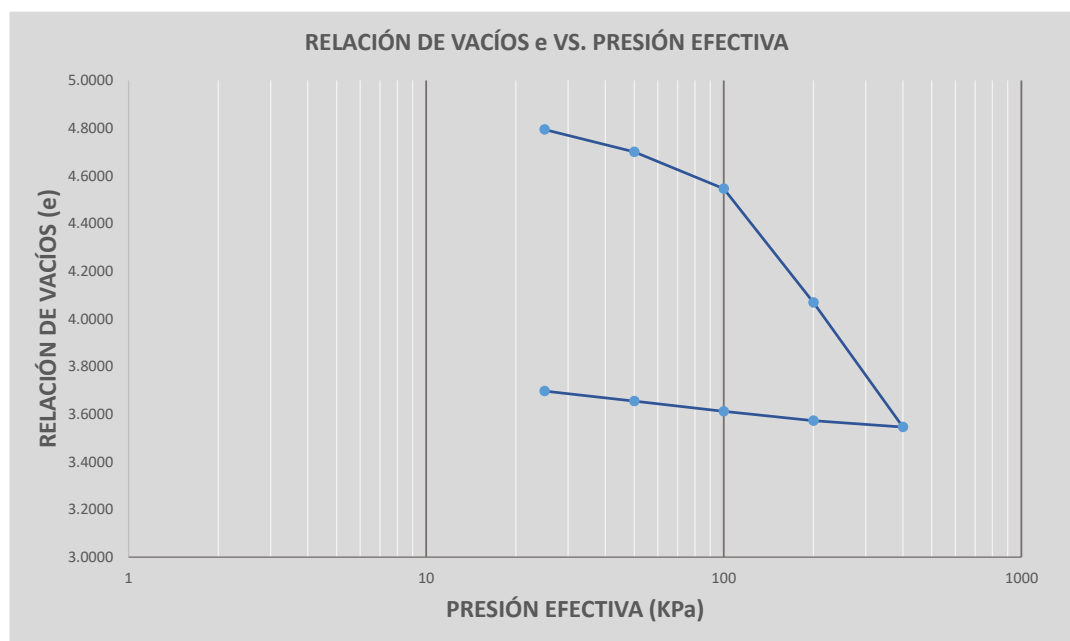
SONDEO: -----

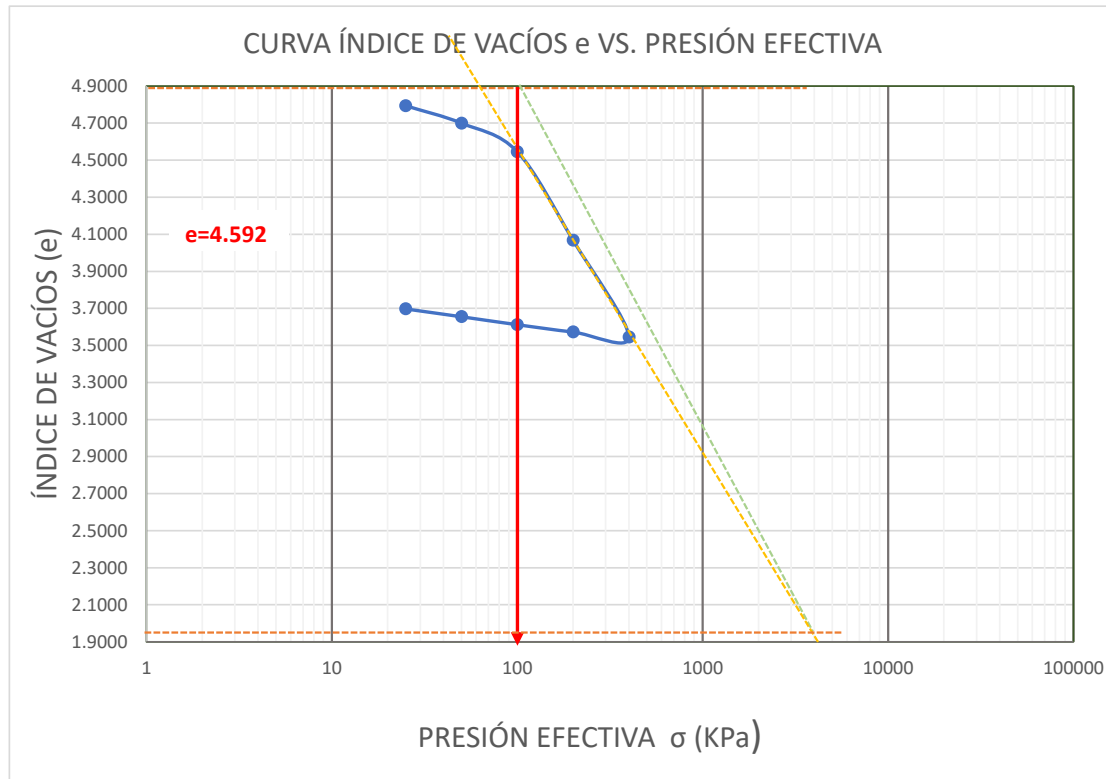
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	125.89%	Contenido final de agua (%):	139.14%
Relación de vacíos inicial (e_0):	4.89	Relación de vacíos final (e_f):	3.55
CC=	1.74	Cr=	0.14

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303	0.0992	4.7939
2	50	50	C	0.0303	0.0591	0.0288	0.0288	0.0591	0.0941	4.6998
3	100	100	C	0.0591	0.1061	0.0470	0.0470	0.1061	0.1538	4.5460
4	200	200	C	0.1061	0.2523	0.1462	0.1462	0.2523	0.4782	4.0678
5	400	400	C	0.2523	0.4120	0.1596	0.1596	0.4120	0.5221	3.5458
6	200	200	D	0.4120	0.4039	-0.0081	-0.0081	0.4039	-0.0266	3.5723
7	100	100	D	0.4039	0.3918	-0.0121	-0.0121	0.3918	-0.0395	3.6118
8	50	50	D	0.3918	0.3786	-0.0131	-0.0131	0.3786	-0.0430	3.6548
9	25	25	D	0.3786	0.3658	-0.0129	-0.0129	0.3658	-0.0421	3.6969





eo=	4.89			
0.4eo=	1.96			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	4.7939	25		
	4.6998	50	0.0038	0.0006
	4.5460	100	0.0031	0.0005
	4.0678	200	0.0048	0.0008
	3.5458	400	0.0026	0.0004
DESCARGA	3.5723	200		
	3.6118	100		
	3.6548	50		
	3.6969	25		

e	σ (KPa)
4.89	100
1.96	4000

Cc=	1.8326
Cr=	0.1413

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 9.1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 09

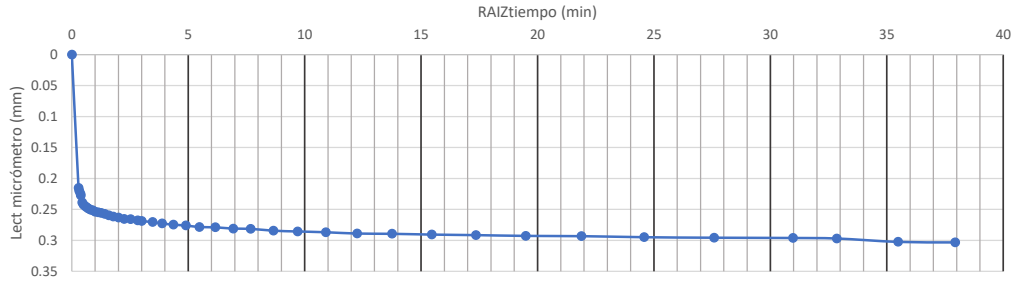
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

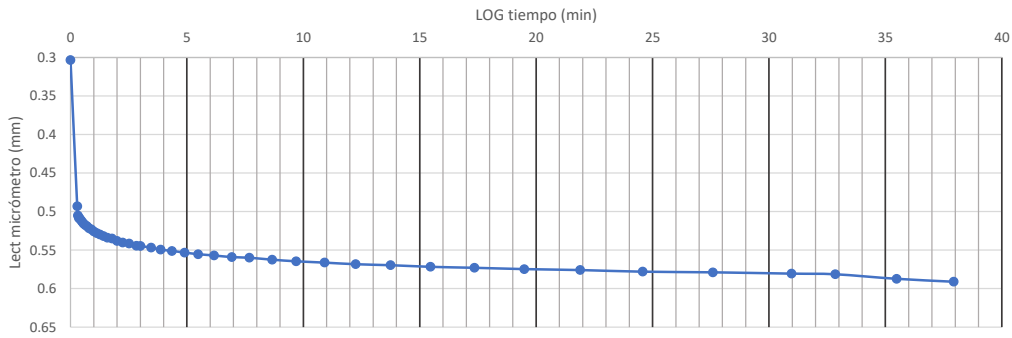
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.303318	0	0.590663	0	1.061341	0	2.523474
0.288675	0.215329	0.288675	0.493095	0.288675	0.808741	0.288675	1.764411	0.288675	3.169709
0.316228	0.21996	0.316228	0.5052	0.316228	0.814635	0.316228	1.83135	0.316228	3.242121
0.365148	0.224591	0.365148	0.508568	0.365148	0.824318	0.365148	1.898289	0.365148	3.331794
0.387298	0.227538	0.387298	0.508568	0.387298	0.827265	0.387298	1.917234	0.387298	3.360843
0.447214	0.238905	0.447214	0.511094	0.447214	0.835685	0.447214	1.95765	0.447214	3.421046
0.5	0.242273	0.5	0.513199	0.5	0.842421	0.5	1.983331	0.5	3.461883
0.562731	0.244799	0.562731	0.515725	0.562731	0.849578	0.562731	2.007328	0.562731	3.495563
0.632456	0.246483	0.632456	0.517409	0.632456	0.855893	0.632456	2.029641	0.632456	3.528401
0.707107	0.248588	0.707107	0.519093	0.707107	0.861366	0.707107	2.049428	0.707107	3.555766
0.795822	0.250693	0.795822	0.521619	0.795822	0.868523	0.795822	2.068794	0.795822	3.58271
0.894427	0.251535	0.894427	0.523303	0.894427	0.874838	0.894427	2.086476	0.894427	3.607128
1	0.25364	1	0.525829	1	0.880311	1	2.102474	1	3.630283
1.125463	0.254903	1.125463	0.527934	1.125463	0.886205	1.125463	2.119735	1.125463	3.652175
1.258306	0.255745	1.258306	0.529618	1.258306	0.892099	1.258306	2.13447	1.258306	3.672383
1.414214	0.257429	1.414214	0.531723	1.414214	0.898835	1.414214	2.150889	1.414214	3.692591
1.586401	0.259534	1.586401	0.533828	1.586401	0.90515	1.586401	2.165624	1.586401	3.71322
1.779513	0.261639	1.779513	0.535091	1.779513	0.91778	1.779513	2.179938	1.779513	3.732165
2	0.263323	2	0.538038	2	0.922411	2	2.194673	2	3.75111
2.243509	0.265428	2.243509	0.540143	2.243509	0.927463	2.243509	2.208145	2.243509	3.768371
2.519921	0.265849	2.519921	0.541406	2.519921	0.935041	2.519921	2.222459	2.519921	3.786895
2.828427	0.267954	2.828427	0.544353	2.828427	0.940514	2.828427	2.23551	2.828427	3.803314
3	0.268796	3	0.544774	3	0.942619	3	2.243088	3	3.812155
3.464102	0.27048	3.464102	0.546879	3.464102	0.951039	3.464102	2.259928	3.464102	3.833205
3.872983	0.272585	3.872983	0.549405	3.872983	0.95567	3.872983	2.272558	3.872983	3.849624
4.358899	0.27469	4.358899	0.551089	4.358899	0.961143	4.358899	2.285609	4.358899	3.866464
4.898979	0.275953	4.898979	0.553194	4.898979	0.965774	4.898979	2.298239	4.898979	3.882041
5.477226	0.278479	5.477226	0.555299	5.477226	0.970405	5.477226	2.309606	5.477226	3.897618
6.164414	0.2789	6.164414	0.556983	6.164414	0.974615	6.164414	2.321815	6.164414	3.913195
6.928203	0.281005	6.928203	0.559088	6.928203	0.980088	6.928203	2.334445	6.928203	3.92793
7.681146	0.281426	7.681146	0.55993	7.681146	0.984298	7.681146	2.34497	7.681146	3.94056
8.660254	0.284373	8.660254	0.562456	8.660254	0.988508	8.660254	2.356758	8.660254	3.956558
9.69536	0.285636	9.69536	0.564561	9.69536	0.993139	9.69536	2.368125	9.69536	3.969188
10.908712	0.286899	10.908712	0.566245	10.908712	0.99777	10.908712	2.37865	10.908712	3.984344
12.247449	0.289004	12.247449	0.56835	12.247449	1.002401	12.247449	2.389175	12.247449	3.997816
13.747727	0.289425	13.747727	0.569613	13.747727	1.006611	13.747727	2.3997	13.747727	4.01213
15.459625	0.290688	15.459625	0.571718	15.459625	1.010821	15.459625	2.409383	15.459625	4.027286
17.349352	0.29153	17.349352	0.572981	17.349352	1.01461	17.349352	2.419066	17.349352	4.040758
19.493589	0.292793	19.493589	0.574665	19.493589	1.01882	19.493589	2.429591	19.493589	4.055493
21.886069	0.293214	21.886069	0.575928	21.886069	1.022188	21.886069	2.439274	21.886069	4.068544
24.576411	0.294898	24.576411	0.578033	24.576411	1.026398	24.576411	2.448115	24.576411	4.081595
27.586228	0.29574	27.586228	0.578875	27.586228	1.028924	27.586228	2.458219	27.586228	4.092541
30.967725	0.296161	30.967725	0.580559	30.967725	1.03566	30.967725	2.464955	30.967725	4.102645
32.848135	0.297003	32.848135	0.581401	32.848135	1.039028	32.848135	2.47127	32.848135	4.107276
35.48239	0.302476	35.48239	0.587295	35.48239	1.050816	35.48239	2.47969	35.48239	4.114433
37.934153	0.303318	37.934153	0.591084	37.934153	1.06092	37.934153	2.487268	37.934153	4.119906
							40.975602		2.492741
							43.806392		2.497793
							46.465041		2.50074
							48.979588		2.502424
							51.371198		2.506634
							53.656314		2.512949
							55.848008		2.51758
							57.956881		2.520106
							59.991666		2.522211
							61.959664		2.523474
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
30.967725	3.657648	10.908712	3.786474	7.681146	3.917826	7.681146	4.038653		

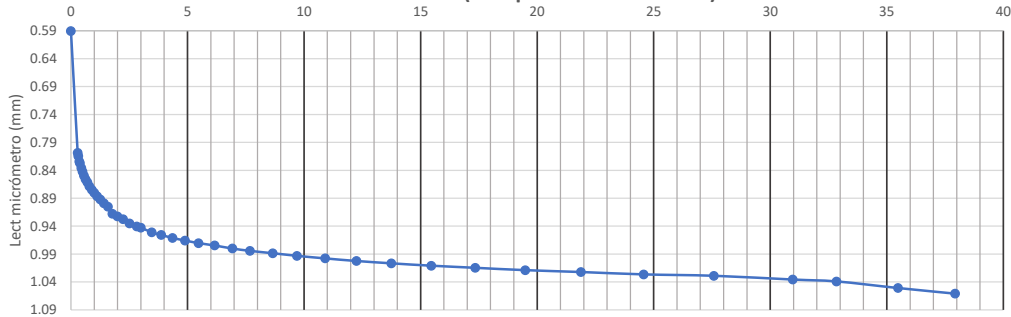
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



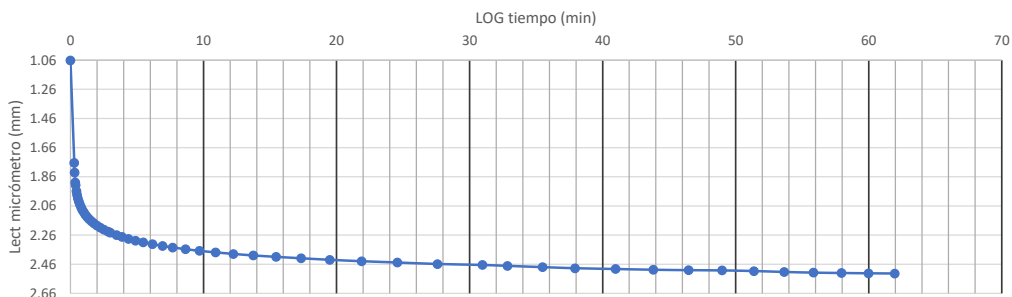
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



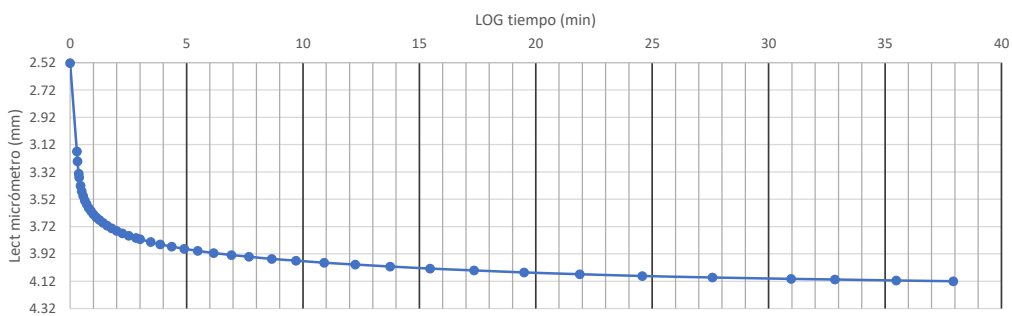
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 9.2
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 09

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.73	22.75
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	74.61	86.5
Masa del suelo seco+cáp (gr)	43.69	50.65
Masa del agua agua (gr)	30.92	35.85
Masa de suelo seco (gr)	25.96	27.9
Humedad (%)	119.11%	128.49%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.345 cm	Altura de la muestra	2.002 cm
Peso del anillo:	85.42 gr	volúmen de la muestra	63.30 cm ³
Área de la muestra	31.62 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	67.11 gr	Masa final de la muestra:	69.99 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	132.86	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	88.93	Pasa tamiz No. 200:	93.3
Índice Plástico:	43.93	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	30.629	gr
Hs=	0.366	cm
Hw₀=	1.154	cm
Hw_f=	1.245	cm
Hv=	1.636	cm
ΔH=	0.427	cm
H_f=	1.575	cm
e₀=	4.477	
e_f=	3.308	
S₀=	70.50%	
S_f=	102.94%	
γ_d=	0.483855	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 9.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 09

PROFUNDIDAD: 0.40 m

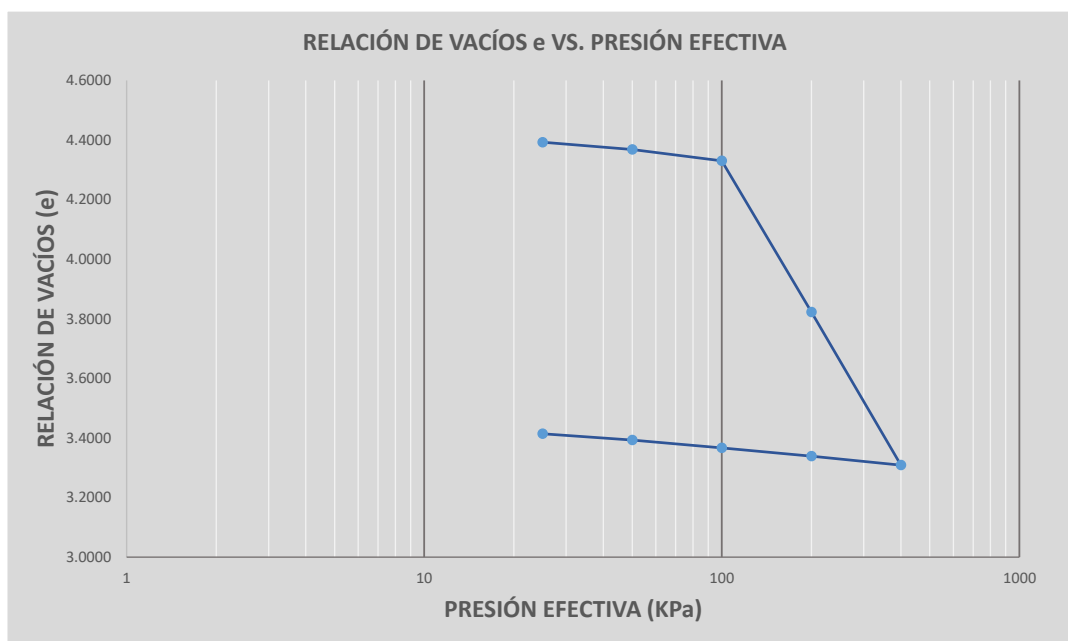
SONDEO: -----

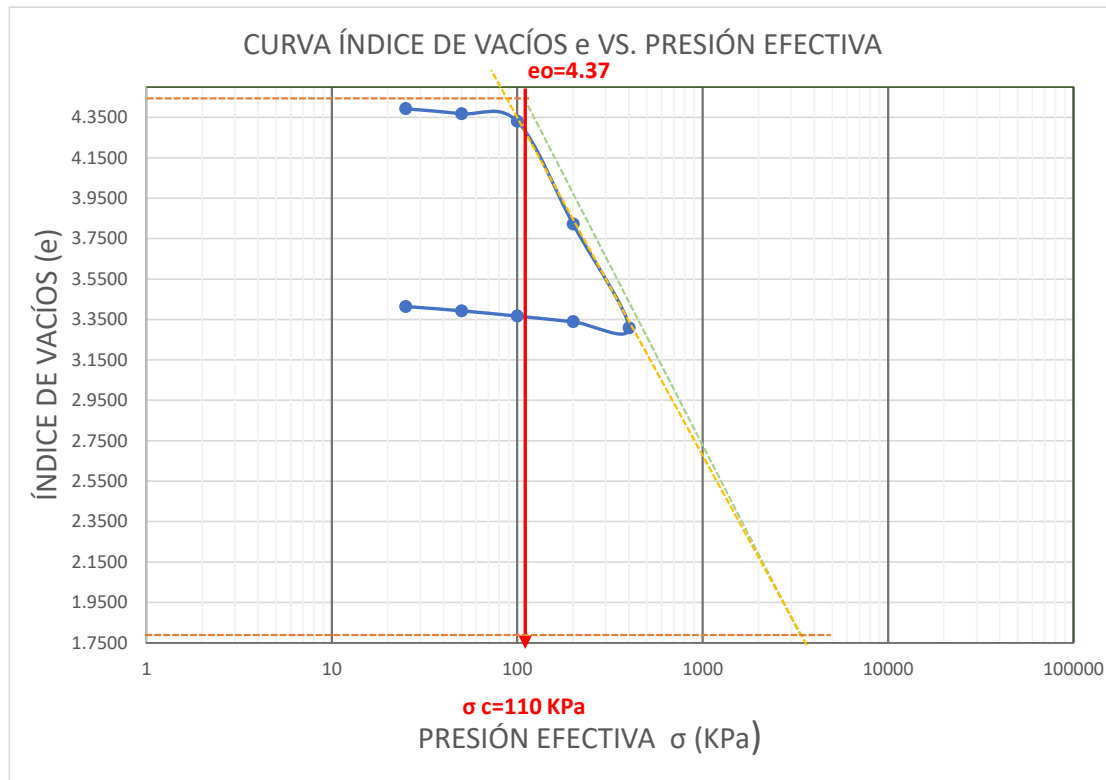
FECHA DE ENSAYO:

Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	119.11%	Contenido final de agua (%):	128.49%
Relación de vacíos inicial (e_0):	4.48	Relación de vacíos final (e_f):	3.31
CC=	1.89	Cr=	0.08

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_f (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0002	0.0310	0.0308	0.0308	0.0308	0.0842	4.3926
2	50	50	C	0.0310	0.0399	0.0089	0.0089	0.0397	0.0243	4.3683
3	100	100	C	0.0399	0.0538	0.0139	0.0139	0.0536	0.0382	4.3301
4	200	200	C	0.0539	0.2395	0.1856	0.1856	0.2393	0.5078	3.8223
5	400	400	C	0.2395	0.4273	0.1878	0.1878	0.4270	0.5136	3.3086
6	200	200	D	0.4273	0.4163	-0.0109	-0.0109	0.4161	-0.0299	3.3386
7	100	100	D	0.4163	0.4060	-0.0103	-0.0103	0.4058	-0.0282	3.3667
8	50	50	D	0.4060	0.3964	-0.0096	-0.0096	0.3962	-0.0263	3.3930
9	25	25	D	0.3964	0.3887	-0.0077	-0.0077	0.3885	-0.0211	3.4141



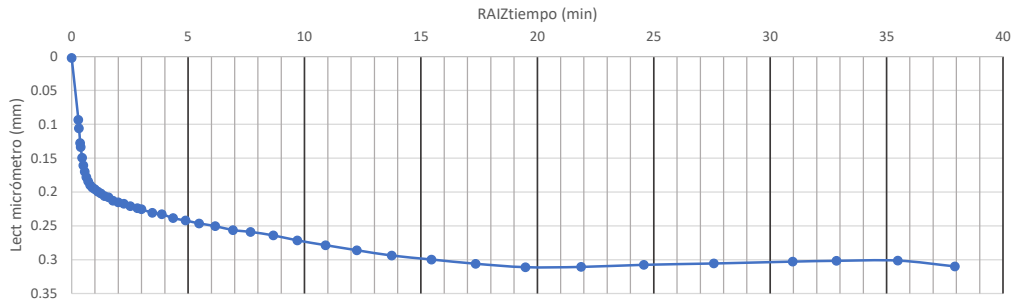


eo=	4.48			
0.4eo=	1.79			
TRAMO	e	σ (kg/cm²)	av (cm²/kg)	mv(cm²/kg)
CARGA	4.3926	25		
	4.3683	50	0.0010	0.0002
	4.3301	100	0.0008	0.0001
	3.8223	200	0.0051	0.0009
	3.3086	400	0.0026	0.0005
DESCARGA	3.3386	200		
	3.3667	100		
	3.3930	50		
	3.4141	25		

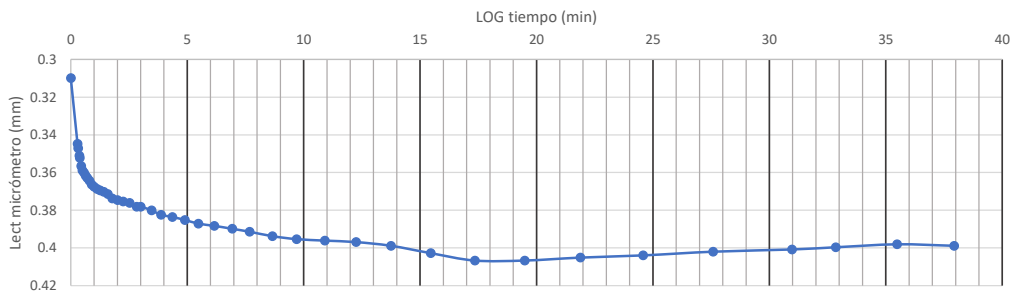
e	σ (KPa)
4.48	110
1.79	3220

Cc=	1.8317
Cr=	0.0787

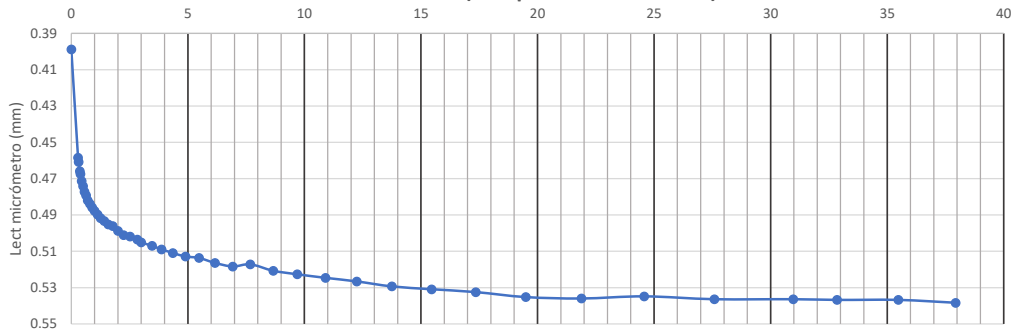
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



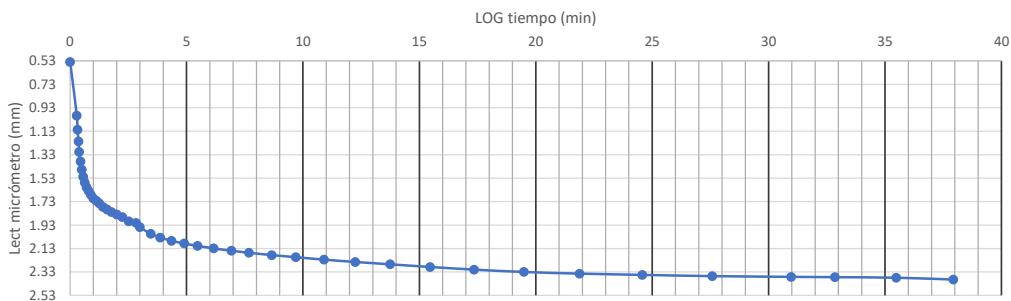
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



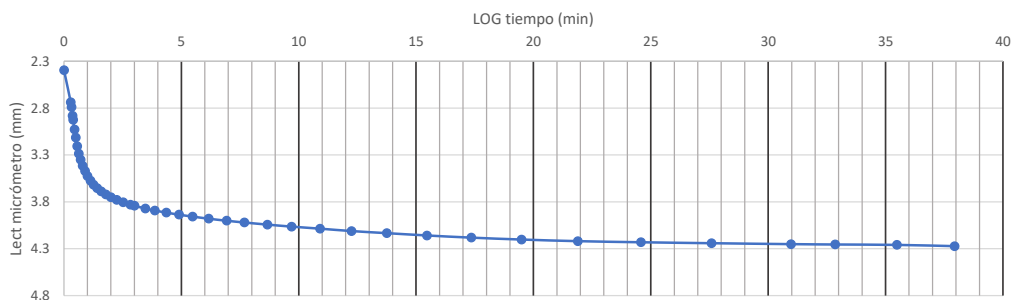
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 10.1 .

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	17.74	80.36
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	85.86	165.18
Masa del suelo seco+cáp (gr)	59.84	132.57
Masa del agua agua (gr)	26.02	32.61
Masa de suelo seco (gr)	42.1	52.21
Humedad (%)	61.81%	62.46%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.353 cm	Altura de la muestra	1.851 cm
Peso del anillo:	64.17 gr	volúmen de la muestra	58.68 cm ³
Área de la muestra	31.70 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	90.24 gr	Masa final de la muestra:	90.60 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	90.5	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	57.24	Pasa tamiz No. 200:	96.7
Índice Plástico:	33.26	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	55.771	gr
Hs=	0.664	cm
Hw₀=	1.087	cm
Hw_f=	1.099	cm
Hv=	1.187	cm
ΔH=	0.108	cm
H_f=	1.743	cm
e₀=	1.788	
e_f=	1.626	
S₀=	91.60%	
S_f=	101.80%	
γ_d=	0.950501	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 10.1

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

PROFUNDIDAD: 0.40 m

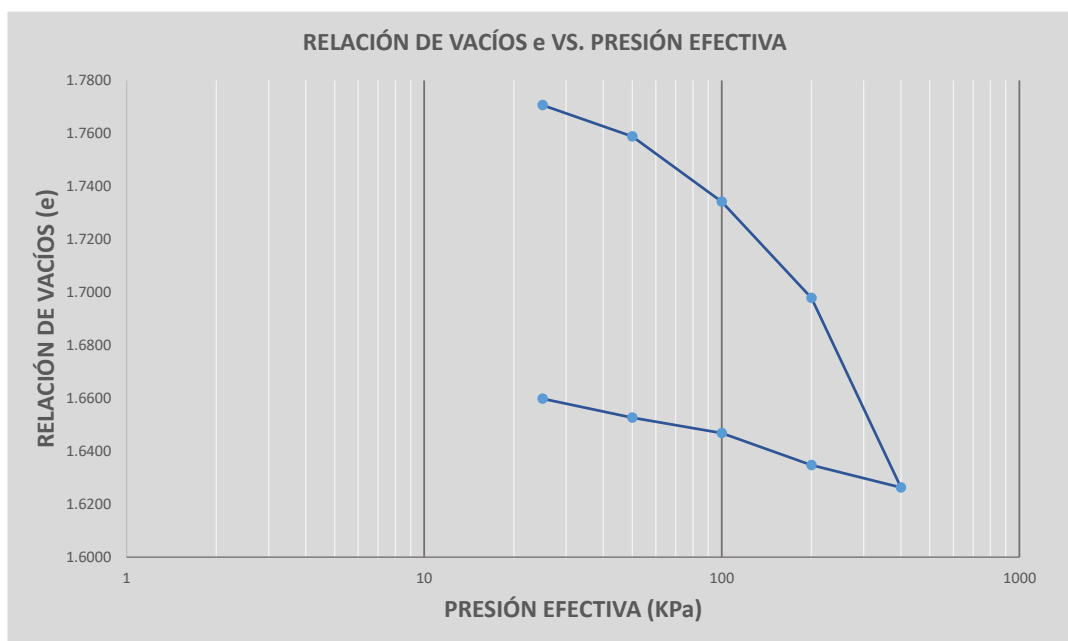
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

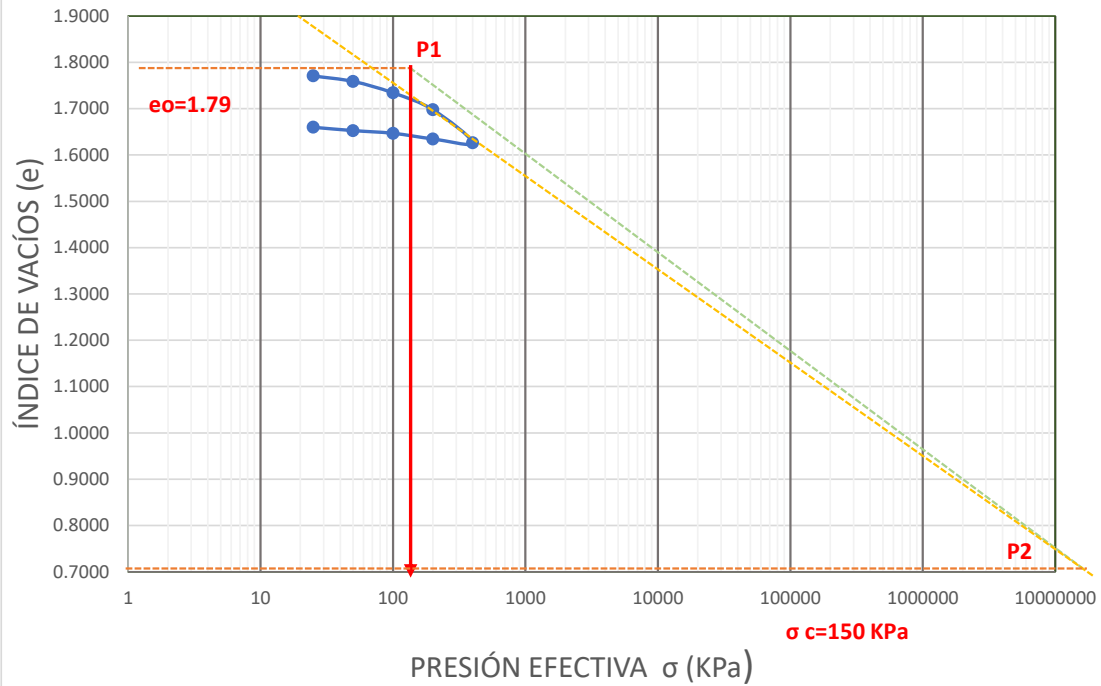
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	61.81%	Contenido final de agua (%):	62.46%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.79	Relación de vacíos final (e_f):	1.63
CC=	0.26	Cr=	0.02

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0173	1.7707
2	50	50	C	0.0117	0.0196	0.0079	0.0079	0.0194	0.0118	1.7588
3	100	100	C	0.0196	0.0359	0.0164	0.0164	0.0357	0.0246	1.7342
4	200	200	C	0.0359	0.0600	0.0241	0.0241	0.0598	0.0363	1.6979
5	400	400	C	0.0600	0.1076	0.0475	0.0475	0.1074	0.0716	1.6263
6	200	200	D	0.1076	0.1019	-0.0056	-0.0056	0.1017	-0.0085	1.6348
7	100	100	D	0.1019	0.0939	-0.0080	-0.0080	0.0937	-0.0121	1.6469
8	50	50	D	0.0939	0.0900	-0.0039	-0.0039	0.0898	-0.0058	1.6527
9	25	25	D	0.0900	0.0853	-0.0047	-0.0047	0.0851	-0.0072	1.6598



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	1.79			
0.4eo=	0.72			
TRAMO	e	σ (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)	mv(cm ² /kg)
CARGA	1.7707	25		
	1.7588	50	0.0005	0.0002
	1.7342	100	0.0005	0.0002
	1.6979	200	0.0004	0.0001
	1.6263	400	0.0004	0.0001
DESCARGA	1.6348	200		
	1.6469	100		
	1.6527	50		
	1.6598	25		

e	σ (KPa)
1.79	150
0.72	20000000

Cc=	0.2093
Cr=	0.0216

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 10.1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

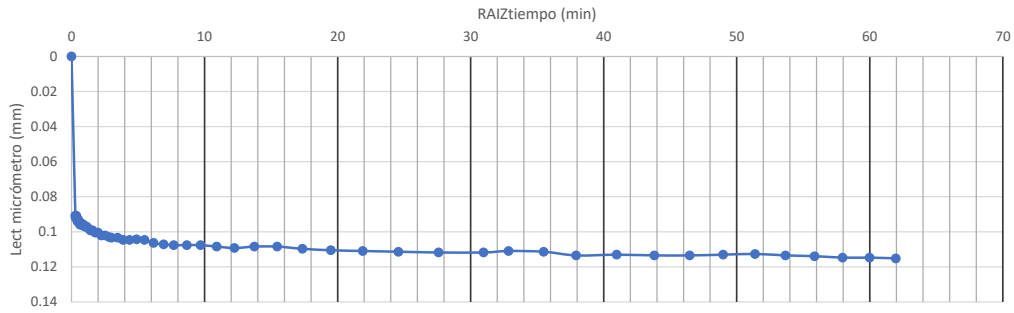
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

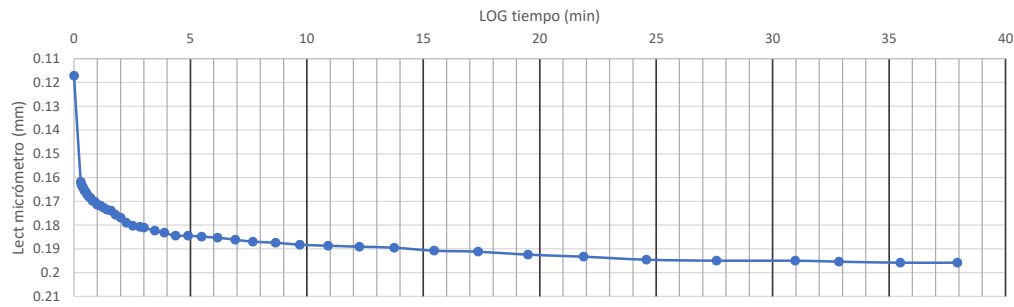
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.117236	0	0.195813	0	0.359362	0	0.600466
0.288675	0.090763	0.288675	0.161777	0.288675	0.306326	0.288675	0.52483	0.288675	0.871495
0.316228	0.092024	0.316228	0.163038	0.316228	0.308007	0.316228	0.527351	0.316228	0.88284
0.365148	0.090763	0.365148	0.163878	0.365148	0.310948	0.365148	0.531553	0.365148	0.897547
0.387298	0.092024	0.387298	0.164298	0.387298	0.312209	0.387298	0.533234	0.387298	0.90343
0.447214	0.094125	0.447214	0.165559	0.447214	0.31473	0.447214	0.536175	0.447214	0.915616
0.5	0.092864	0.5	0.165979	0.5	0.316831	0.5	0.539537	0.5	0.92444
0.562731	0.094545	0.562731	0.16724	0.562731	0.318932	0.562731	0.542058	0.562731	0.932844
0.632456	0.095806	0.632456	0.16808	0.632456	0.320613	0.632456	0.544579	0.632456	0.940828
0.707107	0.094965	0.707107	0.1685	0.707107	0.322714	0.707107	0.547521	0.707107	0.949232
0.795822	0.096226	0.795822	0.169761	0.795822	0.323554	0.795822	0.550042	0.795822	0.955535
0.894427	0.095806	0.894427	0.170181	0.894427	0.325235	0.894427	0.552143	0.894427	0.963519
1	0.097066	1	0.171442	1	0.327336	1	0.554664	1	0.968561
1.125463	0.097066	1.125463	0.171862	1.125463	0.329017	1.125463	0.556765	1.125463	0.975284
1.258306	0.097907	1.258306	0.172702	1.258306	0.329857	1.258306	0.558866	1.258306	0.981167
1.414214	0.099167	1.414214	0.173543	1.414214	0.331538	1.414214	0.560967	1.414214	0.98705
1.586401	0.099167	1.586401	0.173963	1.586401	0.333639	1.586401	0.563068	1.586401	0.992092
1.779513	0.100428	1.779513	0.175644	1.779513	0.334479	1.779513	0.564329	1.779513	0.997135
2	0.100428	2	0.176904	2	0.33616	2	0.56685	2	1.002177
2.243509	0.102109	2.243509	0.179005	2.243509	0.337841	2.243509	0.568531	2.243509	1.006799
2.519921	0.102109	2.519921	0.180266	2.519921	0.337841	2.519921	0.570632	2.519921	1.011842
2.828427	0.102949	2.828427	0.180686	2.828427	0.338681	2.828427	0.571472	2.828427	1.015203
3	0.103369	3	0.181106	3	0.339522	3	0.571892	3	1.018145
3.464102	0.103369	3.464102	0.182367	3.464102	0.340782	3.464102	0.575254	3.464102	1.022767
3.872983	0.10463	3.872983	0.183207	3.872983	0.342043	3.872983	0.576935	3.872983	1.026549
4.358899	0.10463	4.358899	0.184468	4.358899	0.342883	4.358899	0.578195	4.358899	1.02991
4.898979	0.10421	4.898979	0.184468	4.898979	0.344564	4.898979	0.579456	4.898979	1.033272
5.477226	0.10463	5.477226	0.184888	5.477226	0.344984	5.477226	0.580296	5.477226	1.036213
6.164414	0.106311	6.164414	0.185308	6.164414	0.346665	6.164414	0.581977	6.164414	1.039155
6.928203	0.107151	6.928203	0.186149	6.928203	0.347926	6.928203	0.583658	6.928203	1.043357
7.681146	0.107571	7.681146	0.186989	7.681146	0.348346	7.681146	0.585339	7.681146	1.045458
8.660254	0.107571	8.660254	0.187409	8.660254	0.349186	8.660254	0.586179	8.660254	1.048819
9.69536	0.107571	9.69536	0.18825	9.69536	0.350447	9.69536	0.58828	9.69536	1.05092
10.908712	0.108412	10.908712	0.18867	10.908712	0.351287	10.908712	0.589541	10.908712	1.053021
12.247449	0.109252	12.247449	0.18909	12.247449	0.352548	12.247449	0.591642	12.247449	1.055963
13.747727	0.108412	13.747727	0.18951	13.747727	0.352782	13.747727	0.592482	13.747727	1.058484
15.459625	0.108412	15.459625	0.190771	15.459625	0.353043	15.459625	0.593743	15.459625	1.060585
17.349352	0.109672	17.349352	0.191191	17.349352	0.352883	17.349352	0.594583	17.349352	1.062686
19.493589	0.110513	19.493589	0.192452	19.493589	0.354144	19.493589	0.595844	19.493589	1.064367
21.886069	0.110933	21.886069	0.193292	21.886069	0.354564	21.886069	0.596684	21.886069	1.065627
24.576411	0.111353	24.576411	0.194553	24.576411	0.355825	24.576411	0.597104	24.576411	1.067728
27.586228	0.111773	27.586228	0.194973	27.586228	0.356245	27.586228	0.598365	27.586228	1.069829
30.967725	0.111773	30.967725	0.194973	30.967725	0.356665	30.967725	0.599205	30.967725	1.07151
32.848135	0.110933	32.848135	0.195393	32.848135	0.357085	32.848135	0.600046	32.848135	1.07151
35.48239	0.111353	35.48239	0.195813	35.48239	0.357085	35.48239	0.600046	35.48239	1.073191
37.934153	0.113454	37.934153	0.195813	37.934153	0.359362	37.934153	0.600466	37.934153	1.075712
40.975602	0.113034								
43.806392	0.113454								
46.465041	0.113454								
48.979588	0.113034								
51.371198	0.112614								
53.656314	0.113454								
55.848008	0.113874								
57.956881	0.114715								
59.991666	0.114715								
61.959664	0.115135								
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
9.69536	0.853006	9.69536	0.900489	61.959664	0.939147	7.681146	1.019405		

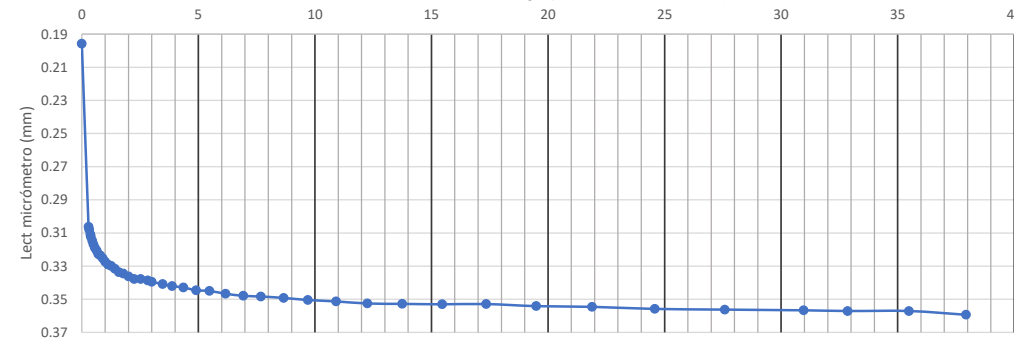
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



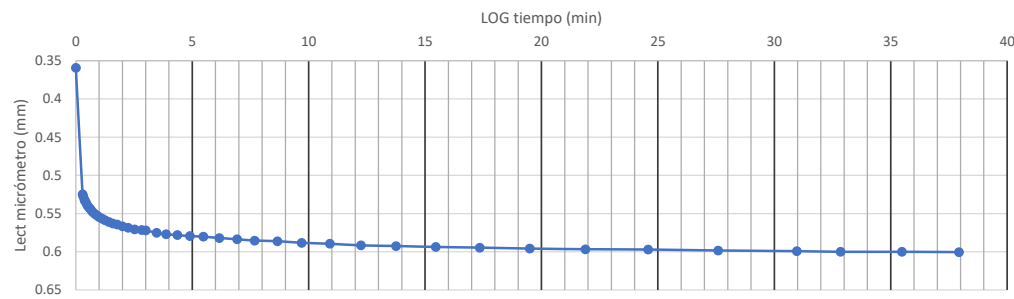
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



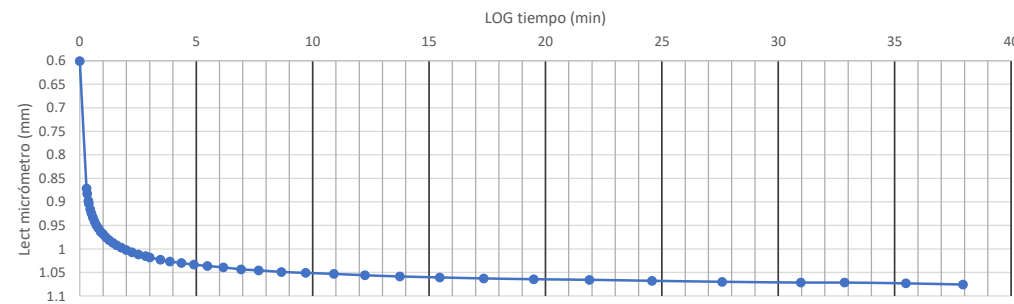
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.
LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.
MUESTRA: 10.2 .
NORMA: ASTM D 2435
DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

TEMPERATURA DEL LABORATORIO: 20C
FECHA DE ENSAYO:
PROFUNDIDAD: 0.40 m

1. Determinación del contenido de humedad

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Masa de la cápsula	16.52	81.48
Masa del suelo húmedo+cáp (gr)	80.12	171.2
Masa del suelo seco+cáp (gr)	55.55	136.06
Masa del agua agua (gr)	24.57	35.14
Masa de suelo seco (gr)	39.03	54.58
Humedad (%)	62.95%	64.38%

2. Dimensionamiento de la muestra y del aparato:

Diámetro del anillo	6.356 cm	Altura de la muestra	1.831 cm
Peso del anillo:	67.16 gr	volúmen de la muestra	58.10 cm ³
Área de la muestra	31.73 cm ²	Gs (asumido)	2.65
Masa inicial de la muestra:	88.61 gr	Masa final de la muestra:	89.39 gr
Condición	INUNDADA		

3. Propiedades de la muestra

Límite Líquido:	90.5	Pasa tamiz No. 4:	100
Límite Plástico	57.24	Pasa tamiz No. 200:	96.7
Índice Plástico:	33.26	Contenido orgánico:	NO
Clasificación (SUCS)	MH	Gravedad específica:	2.65

Cálculos iniciales

1. Masa seca de la muestra

2. Altura de sólidos

$$H_s = \frac{W_s}{A \times G_s \times \gamma_w}$$

3. Altura inicial de agua

$$H_{w0} = \frac{W_{w0}}{A \times \gamma_w}$$

4. Altura final del agua

$$H_{wf} = \frac{W_{wf}}{A \times \gamma_w}$$

5. Altura de vacíos:

6. Cambio total en la altura de la muestr

7. Altura de la muestra al final del ensay

8. Relación de vacíos inicial:

$$e_0 = \frac{H - H_s}{H_s}$$

9. Relación de vacíos final=

$$e_f = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

10. Grado inicial de saturación

11. Grado final de saturación

12. Peso unitario inicial:

Md=	54.378	gr
Hs=	0.647	cm
Hw₀=	1.079	cm
Hw_f=	1.103	cm
Hv=	1.184	cm
ΔH=	0.102	cm
H_f=	1.729	cm
e₀=	1.831	
e_f=	1.673	
S₀=	91.10%	
S_f=	101.99%	
γ_d=	0.936005	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE USANDO INCREMENTOS DE CARGA

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos arcillosos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

MUESTRA: 10.2

NORMA: ASTM D 2435

DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

PROFUNDIDAD: 0.40 m

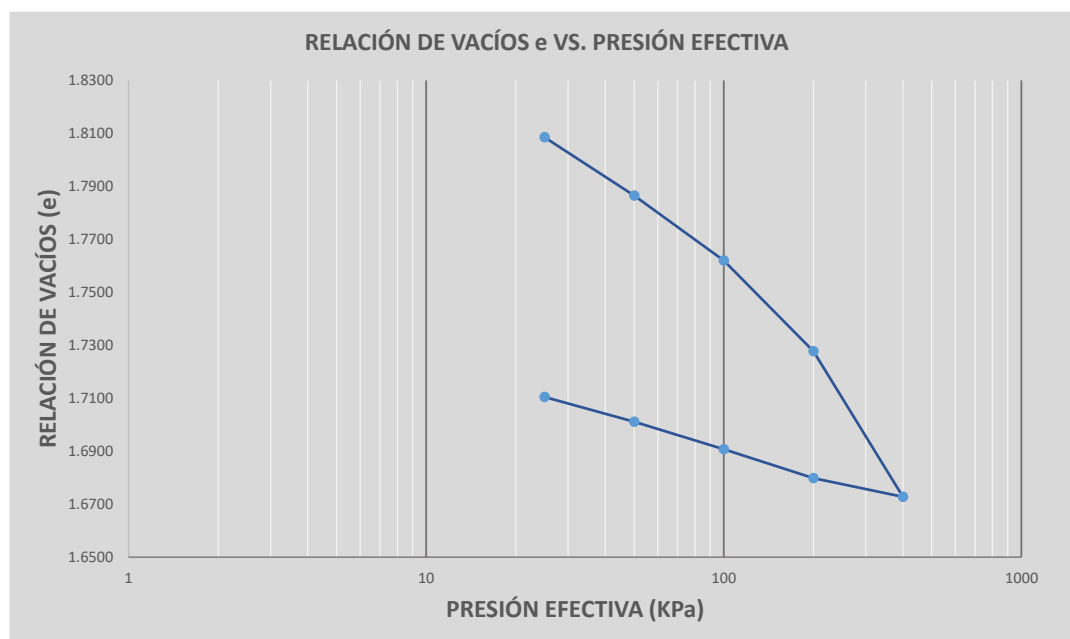
SONDEO: -----

FECHA DE ENSAYO:

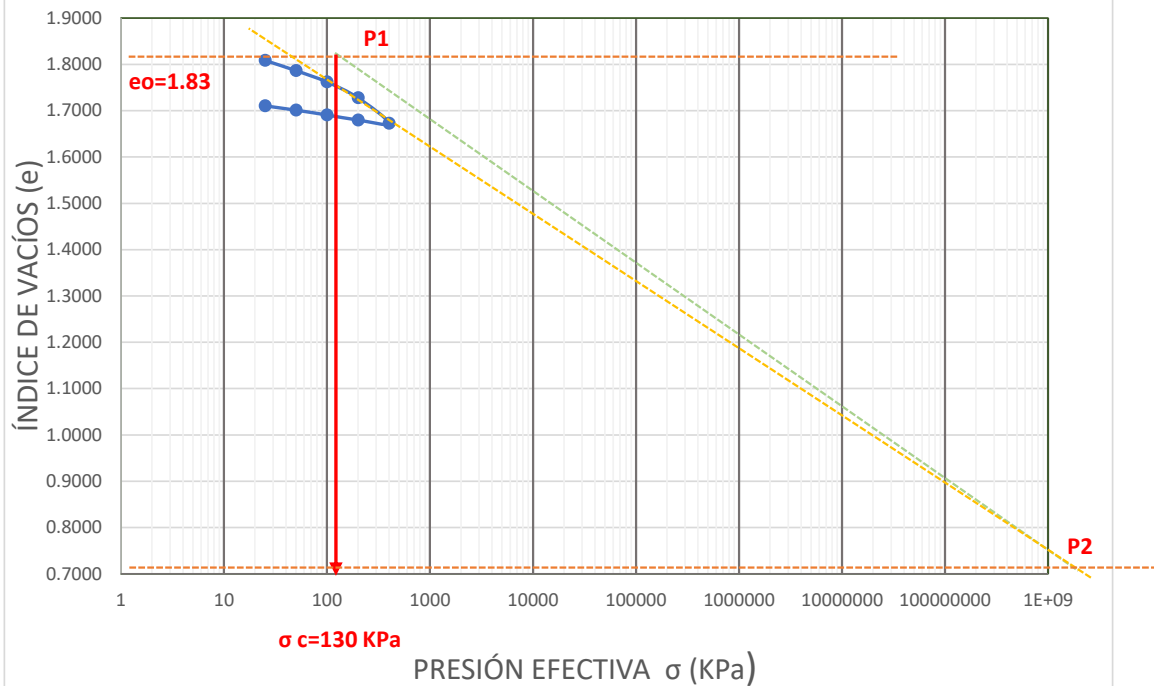
Datos de la muestra:

Contenido inicial de agua (%):	62.95%	Contenido final de agua (%):	64.38%
Relación de vacíos inicial (e_0):	1.83	Relación de vacíos final (e_f):	1.67
CC=	0.19	Cr=	0.03

Estado de carga	σ Esfuerzo (kg/cm ²)	$\Sigma \sigma$	Compresión o Descarga (C ó D)	D_0 (cm)	D_i (cm)	DF - D_0	Δh	$\Sigma \Delta h$	Δe_n	e_n
1	25	25	C	0.0000	0.0147	0.0147	0.0147	0.0147	0.0227	1.8085
2	50	50	C	0.0147	0.0289	0.0142	0.0142	0.0289	0.0220	1.7865
3	100	100	C	0.0289	0.0448	0.0159	0.0159	0.0448	0.0245	1.7620
4	200	200	C	0.0448	0.0669	0.0221	0.0221	0.0669	0.0342	1.7278
5	400	400	C	0.0669	0.1024	0.0356	0.0356	0.1024	0.0550	1.6728
6	200	200	D	0.1024	0.0979	-0.0046	-0.0046	0.0979	-0.0071	1.6798
7	100	100	D	0.0979	0.0908	-0.0071	-0.0071	0.0908	-0.0109	1.6908
8	50	50	D	0.0908	0.0841	-0.0067	-0.0067	0.0841	-0.0104	1.7011
9	25	25	D	0.0841	0.0781	-0.0060	-0.0060	0.0781	-0.0093	1.7105



CURVA ÍNDICE DE VACÍOS e VS. PRESIÓN EFECTIVA



eo=	1.83			
0.4eo=	0.73			
TRAMO	e	σ (kg/cm2)	av (cm2/kg)	mv(cm2/kg)
CARGA	1.8085	25		
	1.7865	50	0.0009	0.0003
	1.7620	100	0.0005	0.0002
	1.7278	200	0.0003	0.0001
	1.6728	400	0.0003	0.0001
DESCARGA	1.6798	200		
	1.6908	100		
	1.7011	50		
	1.7105	25		

e	σ (KPa)
1.83	130
0.73	200000000

Cc=	0.1529
Cr=	0.0328

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE SUELOS CONSOLIDADOS UNIDIMENSIONALMENTE
USANDO INCREMENTOS DE CARGA**

PROYECTO: Correlaciones entre el coeficiente de Compresibilidad, Coeficiente de Recarga y el Límite Líquido para suelos cohesivos en la zona de la Unión de Esmeraldas.

LOCALIZACIÓN: Parroquia La Unión, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

NORMA: ASTM D 2435

MUESTRA: 10.1

DESCRIPCIÓN: CALICATA 10

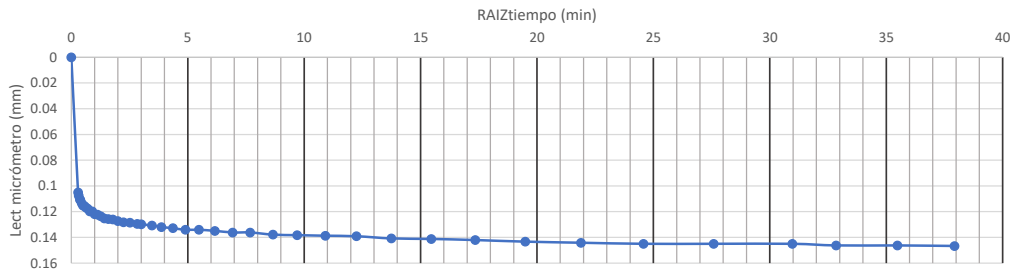
PROFUNDIDAD: 0.40 m

FECHA DE ENSAYO:

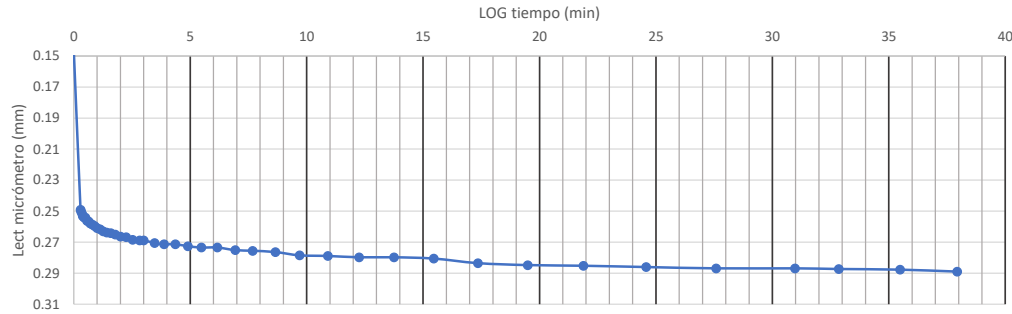
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

ETAPA DE CARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)	Tiempo (min)	Lectura del edómetro (mm)
0	0	0	0.146667	0	0.288979	0	0.447664	0	0.668898
0.288675	0.105107	0.288675	0.249098	0.288675	0.401486	0.288675	0.596693	0.288675	0.912382
0.316228	0.107626	0.316228	0.250358	0.316228	0.402325	0.316228	0.600891	0.316228	0.919939
0.365148	0.110564	0.365148	0.252037	0.365148	0.404424	0.365148	0.604249	0.365148	0.929174
0.387298	0.110984	0.387298	0.253296	0.387298	0.405264	0.387298	0.606768	0.387298	0.931273
0.447214	0.113503	0.447214	0.254136	0.447214	0.406523	0.447214	0.610546	0.447214	0.93757
0.5	0.115182	0.5	0.254136	0.5	0.407783	0.5	0.612225	0.5	0.943028
0.562731	0.115602	0.562731	0.256235	0.562731	0.409042	0.562731	0.614744	0.562731	0.949325
0.632456	0.116861	0.632456	0.256655	0.632456	0.409882	0.632456	0.616843	0.632456	0.952683
0.707107	0.117701	0.707107	0.257914	0.707107	0.411561	0.707107	0.619362	0.707107	0.953103
0.795822	0.1198	0.795822	0.258754	0.795822	0.411981	0.795822	0.621461	0.795822	0.9594
0.894427	0.1198	0.894427	0.259593	0.894427	0.41408	0.894427	0.62314	0.894427	0.963178
1	0.121899	1	0.260853	1	0.414919	1	0.625239	1	0.966117
1.125463	0.122319	1.125463	0.261692	1.125463	0.417018	1.125463	0.627758	1.125463	0.967376
1.258306	0.123578	1.258306	0.262952	1.258306	0.417438	1.258306	0.630277	1.258306	0.971154
1.414214	0.125257	1.414214	0.263791	1.414214	0.419117	1.414214	0.631116	1.414214	0.972414
1.586401	0.125677	1.586401	0.264211	1.586401	0.419117	1.586401	0.633635	1.586401	0.975772
1.779513	0.126097	1.779513	0.265051	1.779513	0.420377	1.779513	0.634055	1.779513	0.976612
2	0.127356	2	0.266631	2	0.420377	2	0.636574	2	0.978291
2.243509	0.128196	2.243509	0.26673	2.243509	0.423315	2.243509	0.638253	2.243509	0.982909
2.519921	0.128616	2.519921	0.268409	2.519921	0.423735	2.519921	0.639512	2.519921	0.985008
2.828427	0.129455	2.828427	0.268829	2.828427	0.423735	2.828427	0.640772	2.828427	0.984168
3	0.129875	3	0.268829	3	0.425414	3	0.642871	3	0.985847
3.464102	0.130715	3.464102	0.270508	3.464102	0.425834	3.464102	0.644455	3.464102	0.990465
3.872983	0.131974	3.872983	0.271348	3.872983	0.427513	3.872983	0.646229	3.872983	0.992144
4.358899	0.132814	4.358899	0.271348	4.358899	0.427933	4.358899	0.647908	4.358899	0.990885
4.898979	0.134073	4.898979	0.272607	4.898979	0.428773	4.898979	0.648748	4.898979	0.992564
5.477226	0.134073	5.477226	0.273447	5.477226	0.430452	5.477226	0.650427	5.477226	0.997182
6.164414	0.134913	6.164414	0.273447	6.164414	0.430452	6.164414	0.651267	6.164414	0.995503
6.928203	0.136172	6.928203	0.275126	6.928203	0.432551	6.928203	0.652946	6.928203	0.998861
7.681146	0.136172	7.681146	0.275546	7.681146	0.432971	7.681146	0.654205	7.681146	0.998861
8.660254	0.137851	8.660254	0.276385	8.660254	0.43423	8.660254	0.655465	8.660254	1.00054
9.69536	0.138271	9.69536	0.278484	9.69536	0.435909	9.69536	0.656724	9.69536	1.003899
10.908712	0.138691	10.908712	0.278904	10.908712	0.436749	10.908712	0.658403	10.908712	1.004738
12.247449	0.139111	12.247449	0.279744	12.247449	0.438008	12.247449	0.658823	12.247449	1.006837
13.747727	0.14079	13.747727	0.279744	13.747727	0.438848	13.747727	0.659663	13.747727	1.007257
15.459625	0.14121	15.459625	0.280583	15.459625	0.440107	15.459625	0.660922	15.459625	1.008936
17.349352	0.142049	17.349352	0.283522	17.349352	0.440107	17.349352	0.662601	17.349352	1.009356
19.493589	0.143309	19.493589	0.284781	19.493589	0.440947	19.493589	0.663441	19.493589	1.011035
21.886069	0.144148	21.886069	0.285201	21.886069	0.441367	21.886069	0.663021	21.886069	1.012295
24.576411	0.144988	24.576411	0.286041	24.576411	0.441367	24.576411	0.66554	24.576411	1.013134
27.586228	0.144988	27.586228	0.28688	27.586228	0.442626	27.586228	0.66554	27.586228	1.013554
30.967725	0.144988	30.967725	0.28688	30.967725	0.443466	30.967725	0.66596	30.967725	1.015233
32.848135	0.146247	32.848135	0.2873	32.848135	0.443466	32.848135	0.667219	32.848135	1.015653
35.48239	0.146247	35.48239	0.28772	35.48239	0.444305	35.48239	0.668059	35.48239	1.018592
37.934153	0.146667	37.934153	0.288979	37.934153	0.447664	37.934153	0.668898	37.934153	1.017752
								40.975602	1.018592
								43.806392	1.020271
								46.465041	1.02153
								48.979588	1.02195
								51.371198	1.02279
								53.656314	1.02279
								55.848008	1.02279
								57.956881	1.024469
								59.991666	1.024049
								61.959664	1.024469
ETAPA DE DESCARGA									
25 Kpa		50Kpa		100Kpa		200 Kpa		400 Kpa	
7.681146	0.780565	7.681146	0.841016	9.69536	0.908184	8.660254	0.978711		

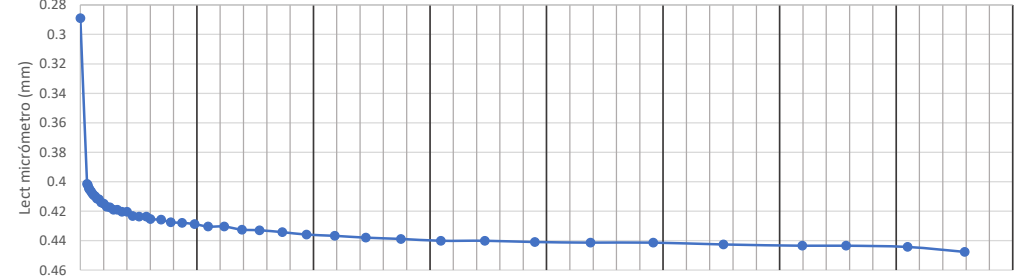
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=25$ KPa



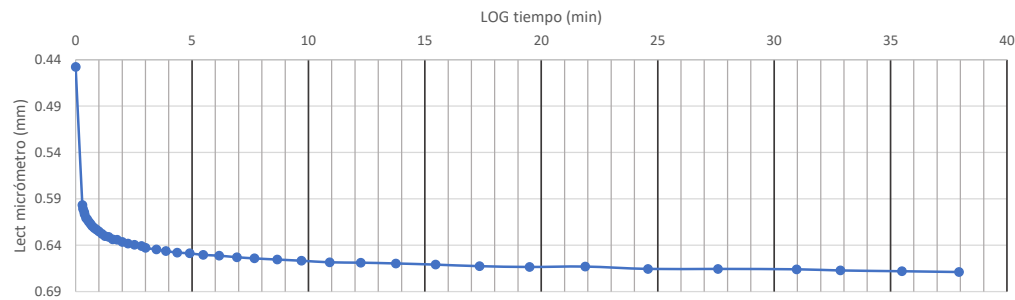
GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=50$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=100$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=200$ KPa



GRÁFICA DE CONSOLIDACIÓN (tiempo -lect micrómetro) $\sigma=400$ KPa

