

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

GUÍA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD)

Contenido

1. RESUMEN.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	2
3. MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS.....	3
4. OBJETIVO.....	7
5. PROCEDIMIENTO.....	8
5.1. Preparación de la muestra.....	8
5.2. Calibración.....	10
5.3. 5.3. Procedimiento.....	11
6. RESULTADOS.....	15
7. REFERENCIAS.....	16
8. RECOMENDACIONES.....	16

Lista de figuras

Figura 1. Caja de Corte.....	4
Figura 2. Caja para el ensayo de corte directo.....	4
Figura 3. Piedra porosa.....	4
Figura 4. Aparato de Corte.....	5
Figura 5. Montaje general del equipo de corte directo.....	7

Lista de tablas

Tabla 1. Periodo mínimo de estabilización.....	8
Tabla 2. Periodo mínimo de estabilización.....	13

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

1. RESUMEN

En esta guía de laboratorio se establece el procedimiento del ensayo en donde se coloca un espécimen del ensayo en un dispositivo de corte directo, aplicando luego un esfuerzo normal determinado, humedecer y/ o drenar el espécimen de ensayo, consolidando el espécimen bajo el esfuerzo normal, desbloqueando las mitades (marcos) de la caja de corte que contiene la muestra, y desplazando horizontalmente una mitad respecto de la otra a una velocidad constante de deformación, mientras se miden la fuerza de corte y los desplazamientos normales y horizontales, según la norma INVIAS E-154-13.. Además de ello también se exponen los dos métodos por los que se puede calcular. También se encuentran descritos los instrumentos que se utilizaran y el proceso que se debe realizar para ejecutar la práctica. Se recomienda verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado con los instrumentos y por último dejar los elementos limpios y en orden después de utilizarlos.

2. MARCO TEÓRICO

Falla: Es la condición de esfuerzo en el instante de la falla de un espécimen de ensayo. Normalmente, se acepta que la falla corresponde al máximo esfuerzo de corte alcanzado o, en ausencia de una condición pico, al esfuerzo de corte cuando ha tenido lugar el 10 % de desplazamiento lateral relativo. Dependiendo del comportamiento del suelo y de la aplicación en el campo, se pueden definir otros criterios adecuados por parte de quien solicita la ejecución del ensayo.

Esfuerzo normal nominal: En el ensayo de corte directo, es la fuerza normal (vertical) aplicada, dividida por el área de la caja de corte. El área de contacto del espécimen en el plano de corte impuesto, decrece durante el ensayo y, por lo tanto, el verdadero esfuerzo normal es desconocido.

Esfuerzo cortante nominal: En el ensayo de corte directo, es la fuerza de corte aplicada, dividida por el área de la caja de corte. El área de contacto del espécimen en el plano de corte impuesto, decrece durante el ensayo y, por lo tanto, el verdadero esfuerzo cortante es desconocido

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Desplazamiento lateral relativo: Es el desplazamiento de la mitad superior (marco superior) de la caja de corte con respecto a la mitad inferior (marco inferior).

Porcentaje de desplazamiento lateral relativo: Relación, en porcentaje, entre el desplazamiento horizontal y el diámetro o dimensión lateral del espécimen en la dirección del corte.

Precorte: Corresponde a la etapa del ensayo luego de que el espécimen se ha estabilizado bajo la condición de la carga de consolidación, justamente antes de comenzar la fase de corte.

3. MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS

Aparato de corte: Instrumento diseñado y construido para contener de manera segura la muestra entre dos piedras porosas, de tal modo que no se aplique un momento de torsión a la muestra. El aparato de corte debe estar en condiciones de aplicar un esfuerzo normal a las caras del espécimen, medir el cambio de espesor del espécimen, permitir el drenaje del agua a través de las piedras porosas en las fronteras superior e inferior de la muestra y de sumergir la muestra en agua. El aparato debe ser capaz de aplicar una fuerza de corte al espécimen a lo largo de un plano de corte predeterminado (corte simple) paralelo a las caras de la muestra.

Caja de corte: Circular o cuadrada, de acero inoxidable, bronce o aluminio, con dispositivos para el drenaje a través de sus partes superior e inferior. La caja debe estar dividida por un plano recto en dos mitades de igual espesor, que se ajustan con tornillos de alineación. La caja está provista de tornillos de separación que controlan el espacio entre sus mitades superior e inferior antes del corte.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	



Figura 1. Caja de Corte. Fuente: propia

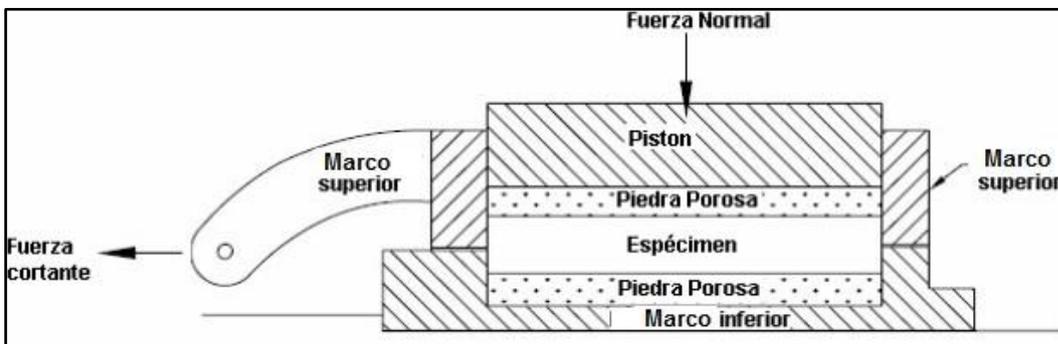


Figura 2. Caja para el ensayo de corte directo. Fuente: INV-154-13

Piedras porosas: Las piedras porosas permiten el drenaje de la muestra de suelo a lo largo de sus caras superior e inferior. También, tienen como función transferir los esfuerzos a dichas caras. Las piedras porosas deben ser de carburo de silicio, óxido de aluminio o un metal que no esté sujeto a la corrosión por sustancias o por la humedad del suelo. El grado adecuado de la piedra depende del suelo que se vaya a analizar.



Figura 3. Piedra porosa. Fuente: Propia

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Mecanismos de carga:

Mecanismo para aplicar y medir la fuerza normal: La fuerza normal se puede aplicar con un marco de carga activado por pesas o mediante un mecanismo neumático de carga. El instrumento debe ser capaz de mantener la fuerza normal dentro de una variación de $\pm 1 \%$ de la fuerza especificada.

Mecanismo para cizallar la muestra: El instrumento utilizado debe ser capaz de cizallar la muestra a una velocidad uniforme de desplazamiento, con una desviación menor de $\pm 5 \%$, y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento desde 0.0025 a 1.0 mm/min (0.0001 a 0.04 pg./min), con el fin de permitir el ensayo de una amplia variedad de suelos. La velocidad que se aplique depende de las características de consolidación de los suelos

Marco superior de la caja de corte: El peso de la parte superior de la caja de corte debe ser menor de 1 % de la fuerza normal aplicada durante el corte. Esto puede requerir que la parte superior de la caja de corte sea soportada por una fuerza vertical de sentido contrario a la gravitacional, que el equipo deba ser modificado, o que la muestra deba ser cizallada bajo una fuerza normal mayor.



Figura 4. Aparato de Corte. Fuente: Propia

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Instrumento de medición de la fuerza normal: Cuando no se use nada diferente a las pesas para aplicar la fuerza normal, se requiere un anillo de carga o una celda de carga (o un sensor de presión calibrado cuando se emplee un sistema de carga neumático), con precisión de 2.5 N (0.5 lbf) o 1 % de la fuerza normal aplicada durante el corte, lo que sea mayor.

Instrumento de medición de la fuerza de corte : celda de carga con precisión de 2.5 N (0.5 lbf) o 1 % de la fuerza de corte en condiciones de falla, lo que sea mayor.

Indicadores de deformación: Diales o transductores capaces de medir el cambio de espesor del espécimen con precisión de no menos de 0.002 mm (0.0001"), y de medir el desplazamiento lateral relativo con precisión no menor de 0.02 mm (0.001").

Cubeta de la caja de corte: Una caja metálica que soporte la caja de corte y suministre ya sea una reacción contra la que se restringe la mitad inferior de la caja de corte, o una base sólida que permita la alineación de dicha mitad. La cubeta debe permanecer libre para moverse en la dirección de la fuerza de corte aplicada en el plano horizontal. La cubeta sirve, también, como recipiente del agua utilizada para sumergir el espécimen

Cuarto de humedad controlada: Si se requiere, para preparar las muestras de modo que sus variaciones de humedad sean minimizadas.

Agua para el ensayo: Se necesita para saturar las piedras porosas y llenar el recipiente de inmersión. Idealmente, el agua debería ser similar a la contenida en los poros de la muestra que se va a ensayar. Si no es posible obtener un agua de dichas características, resulta aceptable el uso de agua potable del grifo, de agua desmineralizada o, inclusive, de agua salina.

Anillo para desbastar o cortar las muestras: Para ajustar las muestras sobredimensionadas, con un mínimo de alteración, a las dimensiones interiores de la caja de corte. Se puede necesitar, también, una plantilla posicionadora exterior, para mantener el alineamiento de la muestra con la caja de corte.

Balanzas: Con posibilidad de lectura de 0.1 % o mejor.

Equipo para la determinación del contenido de agua: De acuerdo con lo especificado en la norma INV E-122.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Equipo para compactar las muestras: Cuando sea aplicable, se utilizará el especificado en las normas INV E–141 o INV E–142

Equipo misceláneo: Incluye un cronómetro con segundero, espátulas, cuchillos, regla, sierras de alambre, etc.

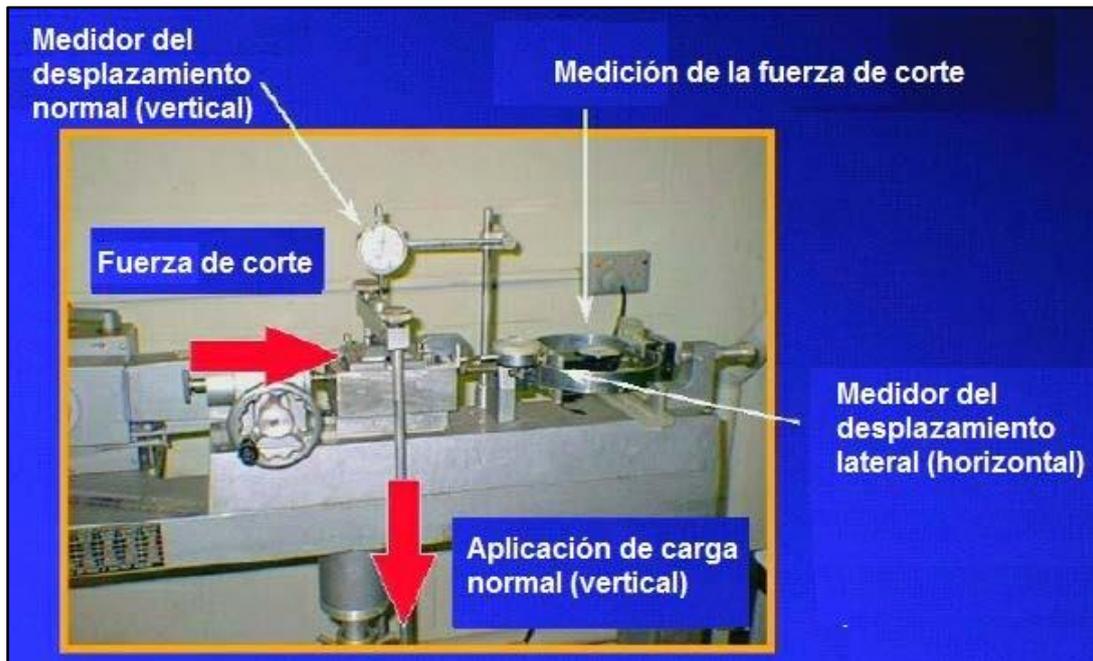


Figura 5. Montaje general del equipo de corte directo. Fuente: INVIAS E-154-13

4. OBJETIVO

Este ensayo pretende determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo. La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado por la configuración del aparato de ensayo

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Preparación de la muestra

Muestras inalteradas: Los especímenes se deben preparar a partir de muestras grandes inalteradas o de muestras obtenidas de acuerdo con la norma INV E–105 u otros procedimientos de muestreo inalterado con tubos. Las muestras inalteradas se deben preservar y transportar como se define para las muestras de los grupos C o D en la norma INV E–103.

Especímenes fabricados en el laboratorio: Los especímenes se pueden fabricar por reconstitución o por compactación. Se debe disponer de material suficiente para realizar el programa completo de ensayos. El material se debe mezclar para asegurar su uniformidad y, de ser necesario, se divide en porciones apropiadas para cada contenido de agua que se requiera.

Tabla 1. Periodo mínimo de estabilización. Fuente: INVIAS E-154-13

Clasificación por el sistema unificado (norma INVIAS E-181-13)	Periodo mínimo de estabilización (horas)
SW, SP	No hay Requisitos 3
SW-SM, SP-SM, SM SC, ML, CL, SP–SC MH, CH	18
	36

Especímenes reconstituidos: Se deberán preparar utilizando el método de compactación y el contenido de agua y la densidad prescritos por el cliente que solicita el ensayo. Los especímenes se pueden moldear bien sea por amasado o impacto de cada capa, hasta que la masa acumulada del suelo colocado en la caja de corte queda compactada/reconstituida a un volumen conocido, o ajustando el número de capas, los golpes por capa y la energía por golpe.

Especímenes compactados: Los especímenes de ensayo se pueden preparar, también, mediante los equipos y procedimientos de compactación descritos en las normas INV E–141 e INV E–142, luego de lo cual se cortan y colocan en la caja de corte, como si se tratara de muestras inalteradas. El plano de cizalladura del espécimen de corte directo no deberá estar alineado con ninguno de los planos de compactación de la muestra.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	 SIGUD Sistema Integrado de Gestión
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Muestras compactadas: Las muestras se deben preparar con un contenido de agua predeterminado y con la densidad prescrita por quien solicita el ensayo (nota 5). Después de preparada la muestra, se recortan los extremos perpendicularmente al eje longitudinal, se retira del molde donde se compactó y se determinan su masa y sus dimensiones.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

5.2. Calibración

La calibración es la operación mediante la cual se determina la deformación del aparato cuando se somete a la carga de consolidación, de manera que para cada carga de consolidación, la deflexión del aparato puede ser sustraída de las deformaciones observadas.

Se arma el aparato de corte directo con un disco o placa metálica de calibración, de espesor aproximadamente igual al del espécimen de ensayo típico, y con un diámetro o ancho ligeramente menor que el de la caja de corte.

Se ensambla el mecanismo de aplicación de la carga normal (vertical) y se aplica una carga que produzca una presión de 5 kPa (1 lbf/pg²).

Se coloca en posición el indicador de desplazamiento normal (vertical) y se ajusta de manera que pueda ser utilizado para medir consolidación o expansión a partir de las lecturas del disco o placa de calibración. Se registra la lectura cero o “sin carga

Se aplican incrementos de fuerza normal hasta alcanzar la capacidad del equipo, y se anotan las lecturas de los indicadores de desplazamiento normal y de fuerza normal. Se libera la carga vertical en secuencia inversa a la de aplicación y se anotan las lecturas respectivas de los indicadores de desplazamiento normal y de fuerza normal. Se promedian los valores y se dibuja un gráfico que relacione las deformaciones con los valores de la fuerza normal. Estos resultados se deben conservar para futuras referencias en la determinación del espesor del espécimen de ensayo y en la compresión dentro del mismo aparato.

Si la corrección por deformación excede de 0.1 % de la altura inicial del espécimen para cualquier nivel de la carga durante el ensayo, se deberá aplicar la corrección a todas las medidas del ensayo.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

5.3. Procedimiento

Se ensamblan la caja de corte y la cubeta en el marco de carga.

Muestra inalterada: Se colocan las piedras porosas húmedas sobre las superficies expuestas del espécimen en la caja de corte y se coloca ésta con el espécimen inalterado y las piedras porosas en la cubeta y se alinea la cubeta en el marco de carga.

Especimen reconstituido: Se coloca y alinea el ensamble constituido por la caja de corte, la muestra, las piedras porosas y la cubeta en el marco de carga.

Se conecta y ajusta la posición del sistema de carga de corte, de modo que no transmita fuerza sobre el instrumento de medición de carga. Se pone en cero este instrumento y se anota dicho valor.

Se conecta y ajusta el instrumento de medición de desplazamiento horizontal. Se hace una lectura inicial o se ajusta el instrumento de medición, indicando el desplazamiento cero.

Se coloca la placa de transferencia de carga y de interrupción del momento sobre la piedra porosa colocada en la parte superior del espécimen.

Se coloca el marco de carga de fuerza normal en posición, y se ajusta de modo que la barra de carga quede alineada. Si se utiliza un sistema de carga por palancas, se nivela la palanca.

Se aplica una pequeña carga normal al espécimen. Se verifica que todos los componentes del sistema de carga estén ajustados y alineados, de manera tal que no quede restringido el movimiento de la placa de transferencia de carga en la caja de corte.

Se fija y ajusta el instrumento de medición del desplazamiento vertical.

Consolidación: La carga normal para la consolidación final se puede aplicar en uno o varios incrementos, dependiendo del tipo de material, de la rigidez del espécimen y de la magnitud del esfuerzo final. Los incrementos deben ser suficientemente pequeños para prevenir la extrusión del material por los contornos de las piedras porosas. En el caso de suelos cohesivos duros o materiales granulares, se acepta que la carga se aplique en su totalidad en una sola operación. En el caso de los materiales blandos,

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

puede resultar necesario limitar la relación de incremento de carga a una unidad, como se describe en la norma INV E–151, y aplicar varios incrementos de carga intermedios

Justo antes de la cizalladura y después de que ha tenido lugar la consolidación primaria, se anota el desplazamiento normal de precorte y se remueven los tornillos de alineamiento o los pines de la caja de corte. Usando los tornillos de separación, se abre el espaciado entre las mitades de la caja de corte hasta, aproximadamente, el tamaño máximo de partícula del espécimen de ensayo o hasta 0.64 mm (0.025”), como un mínimo por defecto para suelos de grano fino.

Determinación de la velocidad de corte: El espécimen se debe someter a corte a una velocidad relativamente reducida, para que el exceso de presión de poros sea insignificante en la falla. La determinación de la velocidad apropiada de desplazamiento requiere una estimación del tiempo requerido para la disipación de la presión de poros y del monto de la deformación requerida para alcanzar la falla. Estos dos factores dependen del tipo de material y de la historia de esfuerzos.

Cuando los datos para el máximo incremento de consolidación producen una curva deformación normal–logaritmo del tiempo bien definida que se extiende dentro de la compresión secundaria, la curva se deberá interpretar como en la norma INV E–151, y el tiempo para alcanzar la falla se debe calcular con la ecuación:

$$t_f = 50 * t_{50}$$

Dónde:

t_f : Tiempo total estimado para alcanzar la falla, min;

t_{50} : Tiempo requerido para que el espécimen alcance el 50 % de consolidación bajo el máximo incremento de esfuerzo normal.

Cuando los datos para el máximo incremento de consolidación no satisfacen los requerimientos del numeral 8.10.1, pero dan lugar a una curva “deformación normal-raíz cuadrada del tiempo” bien definida, la curva se deberá interpretar como en la norma INV E–151, y el tiempo hasta la falla se debe calcular con la ecuación:

$$t_f = 11.6 * t_{90}$$

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Dónde:

t_{90} : Tiempo requerido para que el espécimen alcance el 90 % de consolidación bajo el máximo incremento de esfuerzo normal.

Cuando los datos para el máximo incremento de consolidación no satisfacen los requerimientos de los numerales 8.10.1 u 8.10.2, o cuando el espécimen es significativamente preconsolidado bajo el máximo esfuerzo de consolidación, se deberán computar valores por defecto del tiempo para alcanzar la falla, a partir de un coeficiente de consolidación del suelo normalmente consolidado. La siguiente tabla suministra esos valores por defecto.

Tabla 2. Periodo mínimo de estabilización. Fuente: INVIAS E-154-13

Clasificación por el sistema unificado (norma inv e-181)	Tiempo mínimo hasta la falla (tf)
SW, SP	10 min
SW-SM, SP-SM, SM SC, ML, CL, SP-SC MH, CH	60 min
	200 min
	1440 min

Se estima el desplazamiento lateral relativo requerido para llevar el espécimen a la falla. Este desplazamiento depende de muchos factores, incluidos el tipo de material y la historia de esfuerzos. En ausencia de experiencia específica sobre las condiciones del ensayo, se recomienda usar, como guía, $d_f = 10 \text{ mm (0.5")}$ si el material es un suelo fino normalmente consolidado o ligeramente pre-consolidado; en los demás casos, se debe usar $d_f = 5 \text{ mm (0.2")}$.

Se determina la velocidad de desplazamiento máximo apropiada, con la ecuación:

$$R_d = \frac{d_f}{t_f}$$

Donde:

R_d : Velocidad de desplazamiento, mm/min (pg./min);

d_f : Desplazamiento lateral relativo estimado en la falla, mm (pg.).

Corte drenado: Para algunos tipos de aparatos, la velocidad de desplazamiento se logra utilizando combinaciones de piñones y posiciones de palancas. En otros tipos, la velocidad de desplazamiento se consigue ajustando la velocidad del motor.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Se registran el tiempo inicial, el desplazamiento normal (vertical), el desplazamiento lateral relativo (horizontal) y las fuerzas normal y cortante.

Se pone en funcionamiento el aparato y se inicia el proceso de corte.

Se toman lecturas de los datos de tiempo, desplazamiento vertical y horizontal y la fuerza de corte a los intervalos deseados de desplazamiento o de tiempo. Las lecturas se deben tomar lo más a menudo que sea posible, para definir con exactitud una curva desplazamiento-esfuerzo cortante.

Puede ser necesario suspender el ensayo y separar nuevamente las mitades de la caja de corte para mantener el espacio entre ellas.

El espécimen debe ser sometido a corte hasta, al menos, el 10 % de desplazamiento lateral relativo, a menos que el cliente haya establecido un criterio específico de finalización.

Se remueve la fuerza normal del espécimen y se desarma el aparato de carga.

Cuando se trate de especímenes cohesivos, se separan las mitades de la caja de corte con un movimiento deslizante a lo largo del plano de falla. No se deben separar las mitades de la caja de corte perpendicularmente a la superficie de falla, puesto que dicho movimiento puede dañar el espécimen. Se fotografía, dibuja o describe por escrito la superficie de falla. Este procedimiento no se aplica a los especímenes no cohesivos.

Se retira el espécimen de la caja de corte y se determina su humedad, de acuerdo con el método de la Norma INV E-122. Si aplica, se recoge el material extraído en un recipiente separado para determinar su masa.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

6. RESULTADOS

Se calcula el esfuerzo cortante nominal actuante sobre el espécimen, con la ecuación:

$$\tau = \frac{F_s}{A}$$

Donde:

- τ : Esfuerzo cortante nominal, k Pa (lbf/ pg ²) (3 dígitos significativos);
 F_s : Fuerza de corte, kN (lbf) (3 dígitos significativos);
 A : Área de la caja de corte, m² (pg²) (3 dígitos significativos).

Se calcula el esfuerzo normal nominal actuante sobre el espécimen, con la ecuación:

$$\sigma_n = \frac{F_n}{A}$$

Donde:

- σ_n : Esfuerzo normal nominal, kPa (lbf/ pg ²) (3 dígitos significativos);
 F_n : Fuerza normal actuante sobre el espécimen, kN

Velocidad de desplazamiento: Se calcula la velocidad de desplazamiento a lo largo de la superficie de corte, con la expresión:

$$R_d = \frac{dh}{te}$$

Donde:

- R_d : Velocidad de desplazamiento, mm/min (pg./min) (3 dígitos significativos);
 d_h : Desplazamiento lateral relativo, mm (pg.) (3 dígitos significativos);
 t_e : Tiempo transcurrido durante el ensayo, min (3 dígitos significativos).

Porcentaje de desplazamiento lateral relativo: El porcentaje de desplazamiento lateral relativo a lo largo de la superficie de falla se calcula con la ecuación:

$$P_d = \frac{dh}{D} * 100$$

Donde:

- P_d : Porcentaje de desplazamiento lateral relativo, % (3 dígitos significativos);
 D : Diámetro o lado del espécimen en la dirección de corte, mm (pg) (3 dígitos significativos).

Se calculan los valores iniciales de la relación de vacíos, el contenido de agua, la densidad seca y el grado de saturación, con base en la gravedad específica, la masa

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

inicial y la masa final del espécimen y el volumen inicial de éste. El volumen del espécimen se determina a partir de su espesor y de las dimensiones de la caja de corte.

Se calculan la relación de vacíos de precorte, la densidad seca y el contenido de agua, a partir de los valores usados en el numeral 9.5, más la deformación normal.

7. REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada: I.N.V. E -154-13.

8. RECOMENDACIONES

Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado al momento de manipular los equipos y materiales, dejar los elementos utilizados en la práctica limpios y en completo orden.