

LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

I.N.V. E – 126 – 07

1. OBJETO

- 1.1 El límite plástico de un suelo es el contenido más bajo de agua, determinado por este procedimiento, en el cual el suelo permanece en estado plástico. El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.
- 1.2 Un valor observado o calculado de un límite de un suelo debe redondearse a la “unidad más cercana”.
- 1.3 El método de moldeo manual de rollos de suelo debe ser dado por el procedimiento normativo indicado en esta norma. Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la cual pueden formarse rollos de suelo de unos 3mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos rollos se desmoronen.

2. EQUIPO Y MATERIALES

- 2.1 *Espátula* – De hoja flexible, de unos 76.2 mm (3") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 2.2 *Cápsula para evaporación* – De porcelana, o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 2.3 *Balanza* – De 100 g de capacidad con aproximación a 0.01 g.
- 2.4 *Aparato de enrollamiento* – Para determinar el límite plástico, (opcional). Un aparato acrílico de conformidad con las dimensiones que se muestran en la Figura 1.
- 2.5 *Papel para el aparato de enrollamiento* – Papel no satinado que no añada materias ajenas (fibras, fragmentos de papel, etc.) al suelo durante el proceso de moldeo de rollos de suelo. Este papel deberá adherirse a las bandejas superior e inferior del aparato, ya sea usando un pegante auto adhesivo.

Nota 1- Se debe tener especial cuidado en quitar el adhesivo que quede en el aparato para enrollado después de llevada a cabo la prueba. Pruebas repetidas, sin retirar este pegante, tendrán como resultado de la acumulación de adhesivo, una disminución del diámetro de los rollos del suelo.

- 2.6 *Recipientes* – Se deben emplear recipientes apropiados, hechos de material resistente a la corrosión y que no estén sujetos a cambios en su masa o a desintegración por repetidos calentamientos y enfriamientos. Los recipientes

deben tener tapas que cierren a presión para prevenir pérdidas de humedad de las muestras antes de hacer la determinación inicial de masa y para prevenir la absorción de la humedad de la atmósfera después del secado y antes de la determinación final de la masa. Se requiere un recipiente para cada determinación de humedad.

- 2.7 *Horno* –Termostáticamente controlado, regulable a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- 2.8 *Tamiz* – De $425\ \mu\text{m}$ (No.40).
- 2.9 *Agua destilada*.
- 2.10 *Superficie lisa* – Para amasado y enrollamiento. Usualmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

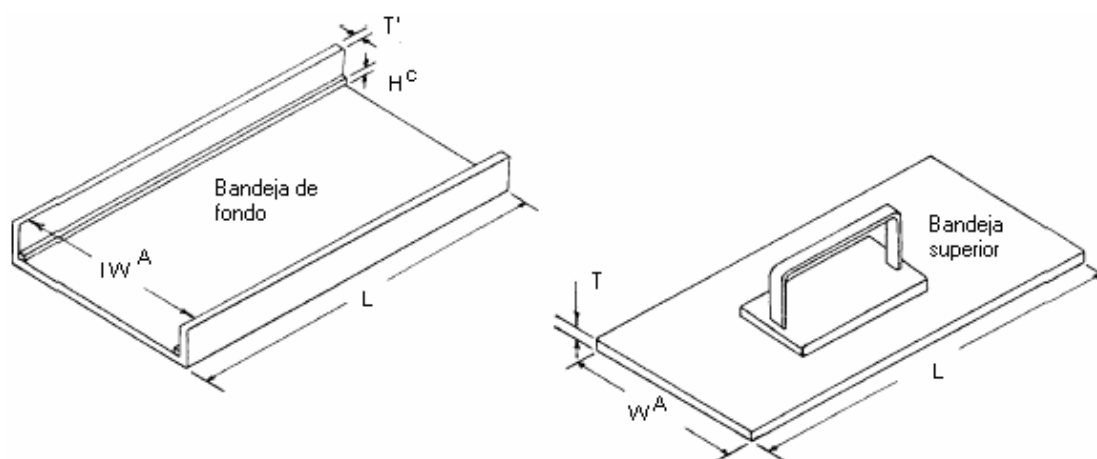
- 3.1 Si se quiere determinar sólo el límite plástico, se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de $425\ \mu\text{m}$ (No.40), obtenidos de acuerdo con las normas INV E – 106 o INV E – 107 (Preparación en seco y en húmedo de muestras de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas). Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de unos 6 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El secado previo del material en horno, estufa o al aire, puede cambiar (generalmente disminuir) el límite plástico de un suelo con material orgánico aunque este cambio puede ser poco importante.

- 3.2 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g. de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la norma INV E – 125 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se debe añadir más agua.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Se secciona una porción de 1.5 a 2.0 g de la masa de suelo tomada de acuerdo con la Sección 3. Con la porción seleccionada, se forma una masa elipsoidal.
- 4.2 Emplear uno de los siguientes métodos para formar los rollos de masa de suelo de 3 mm de diámetro, a razón de 80 a 90 rotaciones por minuto, contando como rotación un movimiento completo de la mano hacia adelante y hacia atrás, regresando así, a la posición inicial.



Dimensiones:

IW- aproximadamente 100mm

L- aproximadamente 200mm

T- 10 a 15 mm. Véase Nota B

T'- 5 mm

H- $3.20 + 0.25\text{mm}$ más el grueso total del papel sin glaseado, adherido al fondo de la bandeja. Véase Nota C

W- Véase Nota A

Nota A- La tolerancia entre el ancho de la bandeja superior (W) y el ancho interior (IW) debe ser tal, que la bandeja superior pueda deslizarse con facilidad en los rieles sin tambalearse.

Nota B- La bandeja superior debe ser lo suficientemente rígida para que el grosor de los rollos de suelo no se vea afectado por la flexibilidad de la bandeja superior.

Nota C- El ancho de los rieles de los lados debe estar entre 3 y 6mm.

Figura 1. Aparato de enrollamiento para determinar el Límite Plástico

4.2.1 Método de Moldeo de Rollos Manual – Se rueda la masa de suelo entre la palma de la mano o los dedos y el plato de vidrio esmerilado (o un pedazo de papel que esté sobre la superficie horizontal y lisa) con solo la presión necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud. El rollo se debe adelgazar más con cada rotación, hasta que su diámetro alcance 3 mm, tomándose para ello no más de dos minutos. La presión requerida de la mano o de los dedos, variará en gran medida, dependiendo del tipo de suelo. Suelos frágiles de baja plasticidad se enrollan mejor bajo el lado exterior de la palma de la mano o la base exterior del pulgar.

4.2.2 Procedimiento Alternativo: Método con aparato de enrollamiento – Se coloca la masa de suelo en la bandeja inferior. Se coloca la bandeja superior en contacto con la masa de suelo. Simultáneamente, se aplica una ligera presión hacia abajo y se mueve la bandeja superior hacia atrás y hacia adelante de manera que quede en contacto con los rieles laterales, durante dos minutos. En el transcurso de este proceso de enrollamiento, no se debe permitir que el suelo toque los rieles laterales.

Nota 2.- En la mayoría de los casos, se puede enrollar simultáneamente más de una masa de suelo en el aparato.

- 4.3** Cuando el diámetro del rollo llegue a 3 mm, se divide en seis u ocho trozos. Se juntan los trozos y se aprietan entre los pulgares y dedos de ambas manos formando una masa uniforme de forma elipsoidal y se enrolla de nuevo. Se repite este procedimiento, partiendo, juntando, amasando y enrollando hasta que el rollo de 3 mm de diámetro se desmorone bajo la presión requerida para el enrollamiento y el suelo no pueda ser rotado para formar el rollo.

El desmoronamiento puede ocurrir cuando el rollo tenga un diámetro mayor de 3 mm. Esto puede considerarse un punto final satisfactorio, siempre y cuando el suelo haya sido previamente enrollado en un rollo de 3mm de diámetro. El desmoronamiento se manifestará de manera diferente con distintos tipos de suelos. Algunos suelos se desbaratan en numerosas agregaciones pequeñas de partículas; otros pueden formar una capa tubular que comienza partiéndose en ambos extremos. El resquebrajamiento continúa hacia el centro y finalmente el suelo se desbarata en muchas y pequeñas partículas lajasas. Suelos muy arcillosos requieren mayor presión para formar el rollo, especialmente cuando se aproximan al límite plástico, partiéndose finalmente en una serie de segmentos en forma de barriles, cada uno de aproximadamente 6 a 9 mm de longitud.

En ningún momento deberá el operador intentar producir el fallo exactamente a los 3 mm de diámetro, al permitir que el rollo alcance los 3 mm y reduciendo entonces la velocidad de enrollamiento o la presión manual, o ambos, y continuar el enrollamiento sin más deformación hasta que el rollo se desbarate. Sin embargo, está permitido reducir la cantidad total de deformación en suelos plásticos débiles, formando el diámetro inicial de la masa de forma elipsoidal más cercano a los 3 mm requeridos de diámetro final.

- 4.4** Se unen las porciones de suelo desmoronado y se colocan en un recipiente previamente pesado. Se tapa el recipiente inmediatamente.
- 4.5** Se repiten las operaciones descritas en las Secciones 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 hasta que el espécimen de 8 g quede completamente ensayado. Se determina el contenido de humedad del suelo en los recipientes de acuerdo con la norma INV E – 122 y se anotan los resultados.

5. CÁLCULOS

Se calcula el Límite Plástico, expresado como el contenido de agua en porcentaje de la masa de suelo seca al horno, de la siguiente manera:

$$L.P = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa de suelo seco al horno}} \times 100$$

Se registra el Limite Plástico, aproximado al número entero más cercano.

6. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el Índice de Plasticidad (IP) de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$\text{Índice de Plasticidad} = \text{Límite Líquido} - \text{Límite Plástico}$$

Cuando el límite líquido o el límite plástico no se puedan determinar, el Índice de Plasticidad se informará con la abreviatura NP (No plástico).

Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (No plástico).

7. PRECISIÓN

- 7.1 Este planteamiento de precisión se aplica a suelos con un límite plástico que oscila entre 15 y 32, en ensayos realizados utilizando el método de enrollamiento manual.
- 7.2 *Repetibilidad (Un solo operador)* – Dos resultados obtenidos por el mismo operador, en la misma muestra, en el mismo laboratorio, usando los mismos aparatos, se deben considerar cuestionables si se diferencian en más del 10% de su promedio.
- 7.3 *Reproducibilidad (En múltiples laboratorios)* – Dos resultados obtenidos por diferentes operadores, en diferentes laboratorios, deben considerarse cuestionables si ellos difieren entre sí en más de 18% de su promedio.

8. INFORME

El informe deberá incluir, al menos, los siguientes antecedentes:

- 8.1 Identificación del proyecto.
- 8.2 Procedencia de la muestra.
- 8.3 Fecha y lugar de muestreo.
- 8.4 Fecha de ensayo.
- 8.5 Valores del Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.
- 8.6 Cualquier información adicional respecto al ensayo o al suelo en estudio.
- 8.7 La referencia a este método.

9. NORMAS DE REFERENCIA

AASHTO T 90-00 (2004)

ASTM D 4318-00

NORMA CHILENA 8102.4

INVIAS	DETERMINACION LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO	INV E-124 INV E-125
		Fecha: _____

CERTIFICADO DE ENSAYO No.

Identificación del contrato: _____

Identificación de la muestra: _____

Calicata / Sondaje: _____ Horizontal: _____ Fecha muestreo: _____

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO				
	1	2	3	1	2	3	4	5
ENSAYE N°								
CÁPSULA N°								
NÚMERO DE GOLPES								
1 PESO CÁPSULA + SUELO HUM. (g)								
2 PESO CÁPSULA + SUELO SECO (g)								
3 PESO DE LA CÁPSULA (g)								
4 PESO DEL AGUA (1-2) (g)								
5 PESO DEL SUELO SECO (2-3) (g)								
6 HUMEDAD (4/5)*100 (%)								
7 PROMEDIO LIMITE PLÁSTICO (%)								

CURVA DE FLUIDEZ

Limite Liquido (LL) %	Limite Plastico (LP) %	Indice de Plasticidad (IP = LL - LP) %
-----------------------	------------------------	--

Muestrado por : _____

Ensayador : _____

Fecha : _____

Vº Bº : _____

Figura 2. Modelo de formato para resultado