

DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL Y MANUAL)

INV E – 102 – 13

1 OBJETO

- 1.1** Esta norma describe un procedimiento para identificar suelos con base en el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). La identificación se hace mediante un examen visual y ensayos manuales, condición que se debe indicar claramente al elaborar el respectivo informe.
- 1.2** Cuando se requiera una identificación precisa de los suelos para usos con fines de ingeniería, se deberá usar el procedimiento descrito en el sistema unificado de clasificación (norma INV E–181) u otro apropiado.
- 1.3** En esta norma, la parte de la identificación que asigna un símbolo y un nombre al grupo, se limita a las partículas menores de 75 mm (3").
- 1.4** La porción del suelo identificable con esta norma está limitada a suelos que se presentan naturalmente, intactos o alterados.
- 1.5** La información descriptiva de esta norma se puede usar, también, con otros sistemas de clasificación de suelos o para materiales diferentes a los suelos que se presentan de manera natural como, por ejemplo, esquistos, arcillolitas, conchas, roca triturada, etc.
- 1.6** Esta norma reemplaza la norma INV E–102–07.

2 DEFINICIONES

- 2.1** *Grava* – Partículas de roca que pasan el tamiz de 75 mm (3") de abertura y quedan retenidas en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Presenta las siguientes subdivisiones:
- 2.1.1** *Gruesa* – Pasa el tamiz de 75 mm (3") y queda retenida sobre el tamiz de 19 mm (¾").
- 2.1.2** *Fina* – Pasa el tamiz de 19 mm (¾") y queda retenida sobre el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

- 2.2** *Arena* – Partículas de roca que pasan el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y quedan retenidas en el tamiz de 75 μ m (No. 200), con las subdivisiones siguientes:
- 2.2.1** *Gruesa* – Pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y queda retenida sobre el tamiz de 2.00 mm (No. 10).
 - 2.2.2** *Media* – Pasa el tamiz 2.00 mm (No. 10) y queda retenida sobre el tamiz de 425 μ m (No. 40).
 - 2.2.3** *Fina* – Pasa el tamiz de 425 μ m (No. 40) y queda retenida sobre el tamiz de 75 μ m (No. 200).
- 2.3** *Arcilla* – Suelo que pasa el tamiz de 75 μ m (No. 200), el cual puede exhibir plasticidad (consistencia como de masilla) dentro de un cierto intervalo de humedad y presentar una resistencia considerable cuando se seca al aire. Para su clasificación, una arcilla es un suelo de grano fino, o la porción fina de un suelo, con un índice de plasticidad igual o mayor que 4, para el cual la coordenada que representa el índice plástico contra el límite líquido en la carta de plasticidad cae en la línea "A" o por encima de ella (Ver Figura 181-1 de la norma INV E-181).
- 2.4** *Arcilla orgánica* – Una arcilla con suficiente contenido orgánico como para influir sobre las propiedades del suelo. Para la clasificación, una arcilla orgánica es un suelo que sería clasificado como arcilla, excepto que el valor de su límite líquido después de secado en el horno es menor que el 75 % de dicho valor antes de secarlo.
- 2.5** *Limo* – Suelo que pasa el tamiz de 75 μ m (No. 200), ligeramente plástico o no plástico y que exhibe poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire. Para clasificación, un limo es un suelo de grano fino, o la porción fina de un suelo con índice plástico menor que 4, para el cual la coordenada que representa el índice plástico contra el límite líquido cae por debajo de la línea "A", en la carta de plasticidad (Ver Figura 181-1 de la norma INV E-181).
- 2.6** *Limo orgánico* – Un limo con suficiente contenido orgánico como para afectar las propiedades del suelo. Para la clasificación, un limo orgánico es un suelo que sería clasificado como limo, excepto que su valor de límite líquido después de secado en el horno es menor que el 75 % de dicho valor antes de secarlo.
- 2.7** *Turba* – Un suelo de estructura primordialmente vegetal en estados variables de descomposición, con olor orgánico característico, color entre marrón

oscuro y negro, consistencia esponjosa, y cuya textura varía desde fibrosa hasta amorfa.

Nota 1: Para las partículas retenidas en el tamiz de 75 mm (3"), se sugieren las siguientes definiciones:

- *Cantos rodados– Partículas de roca que no pasan una malla con abertura cuadrada de 300 mm (12").*
- *Fragmentos de roca o guijarros– Partículas de roca que pasan una malla con abertura cuadrada de 300 mm (12") y quedan retenidas en un tamiz de 75 mm (3") de abertura.*

3 RESUMEN DEL MÉTODO

3.1 Usando el examen visual y mediante ensayos manuales simples, esta norma brinda criterios para describir e identificar los suelos.

3.2 Al suelo se le puede dar una identificación asignándole un(os) símbolo(s) de grupo y un nombre. Los diagramas de flujo para suelos de grano fino (Figuras 102-1.a y 102-1.b) y para suelos de grano grueso (Figura 102 - 2) se pueden usar para asignar símbolos de grupo y nombres apropiados. Si el suelo tiene propiedades que no lo colocan claramente dentro de un grupo específico, se pueden usar, para los fines de esta norma, unos símbolos "fronterizos" (Ver Anexo C).

Nota 2: Es necesario hacer una distinción entre dobles símbolos y símbolos fronterizos:

- *Doble símbolo – Un doble símbolo corresponde a dos símbolos separados por un guión, por ejemplo: GP-GM, SW-SC, CL-ML, los cuales se usan para indicar que el suelo tiene propiedades para las cuales se requieren los dos símbolos. Estos se necesitan cuando el suelo tiene finos entre 5 y 12 % o cuando la coordenada del límite líquido y del índice plástico cae en el área CL-ML de la carta de plasticidad.*
- *Símbolo fronterizo – Un símbolo fronterizo corresponde a dos símbolos separados por una diagonal, por ejemplo: CL/CH, GM/SM, y se deberá usar para indicar que el suelo que ha sido identificado, tiene propiedades que no lo colocan de manera definitiva dentro de ningún grupo específico. Los símbolos fronterizos no forman parte del sistema unificado de clasificación de suelos (norma INV E– 181).*

4 IMPORTANCIA Y USO

4.1 La información descriptiva proporcionada por esta norma se puede utilizar para describir un suelo y para ayudar en la evaluación de sus propiedades significativas con fines de ingeniería.

4.2 Esta información descriptiva se puede usar para complementar la clasificación del suelo obtenida mediante pruebas convencionales de laboratorio (norma INV E–181).

4.3 Esta norma se puede emplear para identificar visual y manualmente los suelos,

usando los mismos símbolos y nombres de grupo determinados al emplear la

norma INV E-181. Por lo tanto, y con el fin de evitar confusiones, en todo informe basado en la aplicación de la presente norma se debe aclarar, de manera taxativa, que el símbolo y el nombre asignados al suelo se basan en un procedimiento de clasificación visual y manual.

- 4.4** Esta norma se puede usar no sólo para la identificación de suelos en el campo sino, también, en el laboratorio o en cualquier sitio donde se deban inspeccionar y describir muestras.
- 4.5** Este procedimiento tiene un valor especial, porque permite agrupar muestras de suelos de características similares de tal manera que se necesite sólo un mínimo de ensayos de laboratorio para su correcta clasificación.

Nota 3: La habilidad para identificar suelos correctamente se aprende fácilmente bajo la dirección de personal experimentado, pero también se puede adquirir comparando sistemáticamente los resultados numéricos de ensayos de laboratorio sobre suelos típicos de cada clase, con sus características visuales y manuales.

- 4.6** Cuando se describen e identifican muestras de suelo de una calicata, un sondeo, o grupo de sondeos o calicatas, no es necesario seguir todos los procedimientos de esta norma para cada muestra. Suelos de características aparentemente similares se pueden agrupar y una muestra ya descrita e identificada completamente se puede relacionar entonces con otras similares, de manera que sólo se requiera efectuar unos pocos de los ensayos y procedimientos de identificación aquí descritos.

5 EQUIPO

- 5.1** Navaja de bolsillo o espátula pequeña.
- 5.2** Un pequeño tubo de ensayo con tapón (o un recipiente con tapa).
-
- 5.3** Lupas de mano pequeñas.

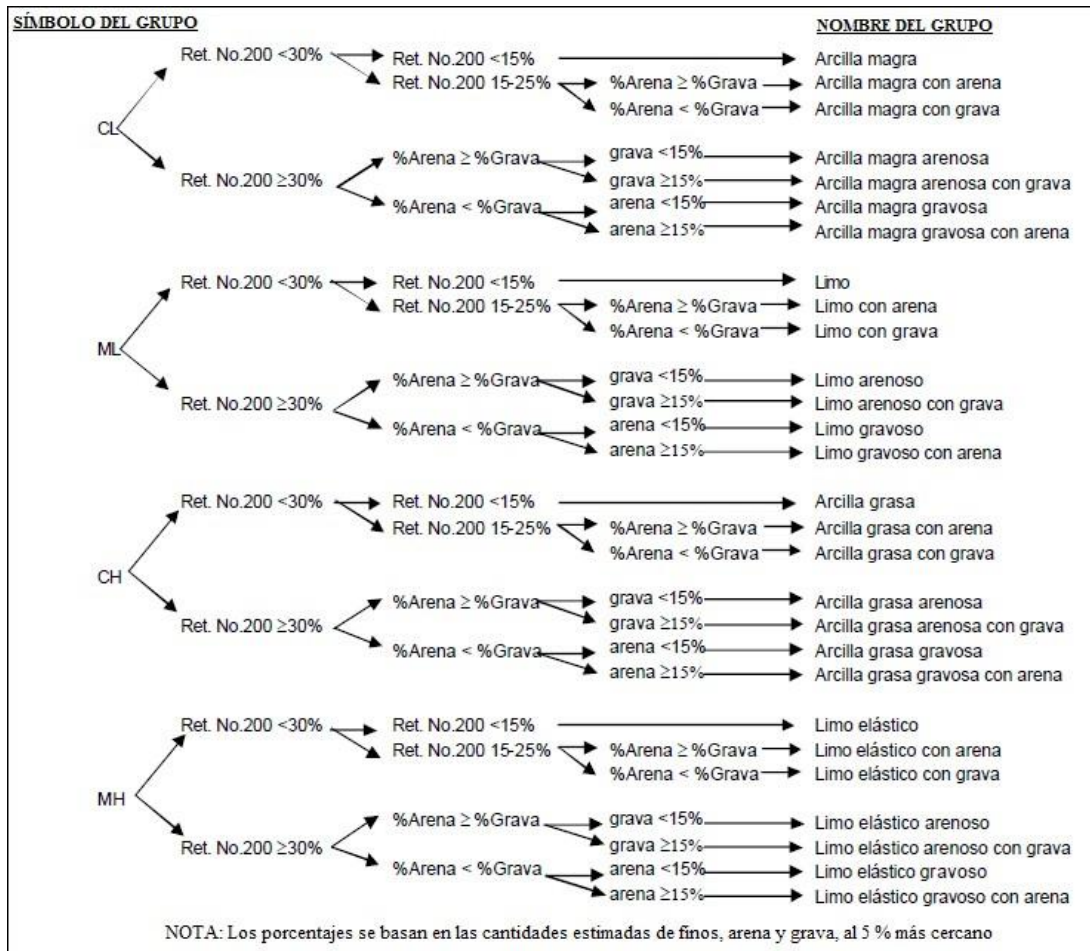


Figura 102 - 1.a. Diagrama de flujo para la identificación de suelos inorgánicos de grano fino

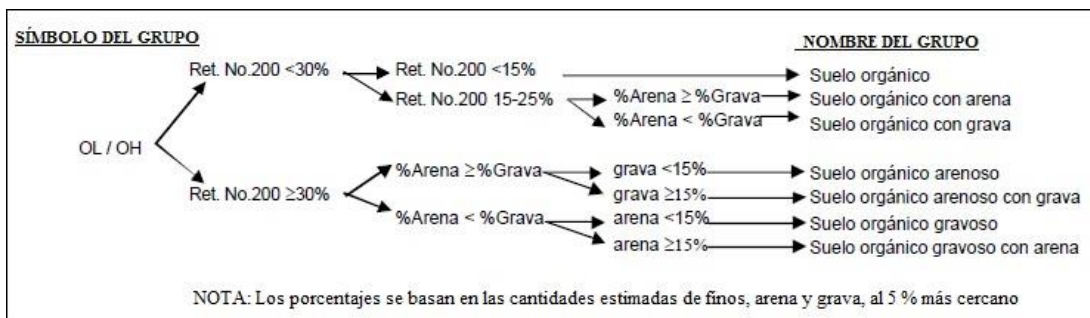


Figura 102 - 1.b. Diagrama de flujo para la identificación de suelos orgánicos de grano fino

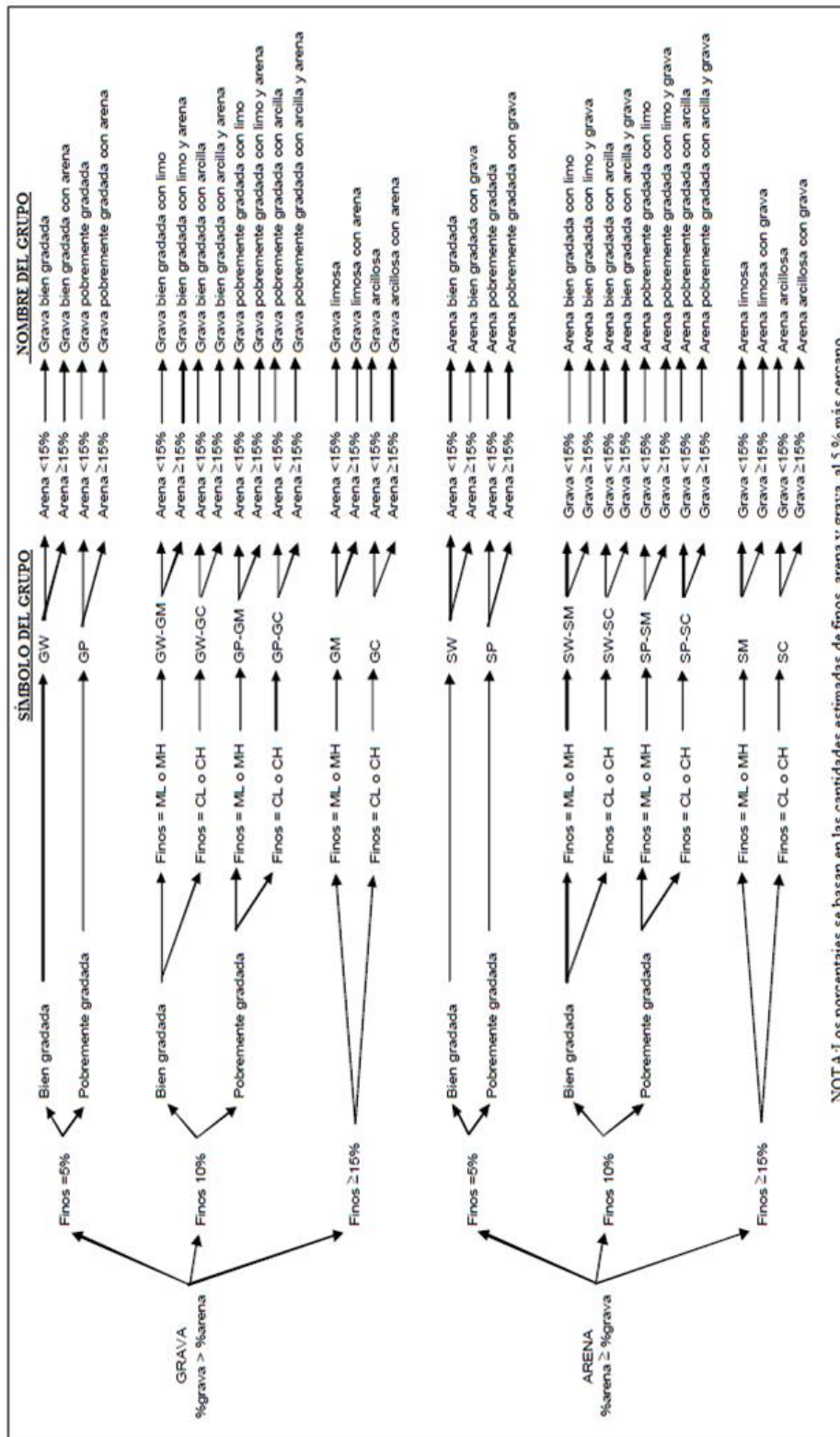


Figura 102 - 2. Diagrama de flujo para la identificación de suelos de grano grueso (menos de 50 % de finos)

6 REACTIVOS

- 6.1** *Agua* – A menos que se indique otra cosa, cuando se hace referencia al agua, se deberá dar por entendido que ella proviene de un acueducto o de una fuente natural, incluida agua que no sea potable.
- 6.2** *Acido clorhídrico* – Una pequeña botella de ácido clorhídrico diluido, HCl, una parte de HCl (10 N) en tres partes de agua destilada (este reactivo es opcional). (Véase la Sección 7).

7 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- 7.1** Al preparar la solución diluida de HCl de una parte concentrada de ácido (10 N) en tres partes de agua destilada, se debe agregar el ácido lentamente al agua, tomando las precauciones de seguridad necesarias. La solución se deberá manejar con cuidado y almacenar con seguridad. Si la solución se pone en contacto con la piel, ésta se deberá lavar perfectamente con agua. Por ningún motivo se podrá agregar agua al ácido.

8 MUESTREO

- 8.1** La muestra deberá ser obtenida mediante un procedimiento normalizado y aceptado para ser considerada como representativa.
- 8.2** Las muestras se deberán identificar cuidadosamente con respecto a su origen.

Nota 4: Las anotaciones concernientes al origen deberán incluir un número para la perforación, así como un número para la muestra; referirse a un estrato geológico y a un horizonte pedológico, contener una descripción del lugar y relacionar su localización con respecto a una referencia permanente, así como la profundidad y cota de la cual se obtuvo.

- 8.3** Para su descripción e identificación exactas, la cantidad mínima de la muestra que se debe examinar, estará de acuerdo con la siguiente lista:

TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS (ABERTURA DEL TAMIZ)		TAMAÑO MÍNIMO DE LA MUESTRA, PESO SECO AL AIRE
NORMAL	ALTERNO	
4.75 mm	(No. 4)	100 g
9.5 mm	(3/8")	200 g
19.0 mm	(3/4")	1.0 kg
39.1 mm	(1 1/2")	8.0 kg
75.0 mm	(3")	60.0 kg

- 8.4 Cuando la muestra que está siendo examinada sea más pequeña que la cantidad mínima recomendada, el informe deberá incluir una anotación apropiada con respecto a esta situación.

9 INFORMACIÓN DESCRIPTIVA PARA LOS SUELOS

- 9.1 *Angulosidad* – Describir la angulosidad de la arena (únicamente tamaños gruesos), grava, guijarros, y fragmentos, como angulosos, sub-angulosos, sub-redondeados, y redondeados, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 1 y de la Figura 102 - 3. Se puede establecer un intervalo de angulosidad, tal como: de sub-redondeados a redondeados.

Tabla 102 - 1. Angulosidad de las partículas gruesas

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Angulosa:	Partículas con bordes agudos y caras relativamente planas con superficies sin pulimentar
Sub-angulosa:	Partículas similares a las angulosas, pero con bordes algo redondeados
Sub-redondeada:	Partículas con casi todas las caras planas, pero con esquinas y bordes redondeados
Redondeada:	Partículas con lados curvados suavemente y sin bordes

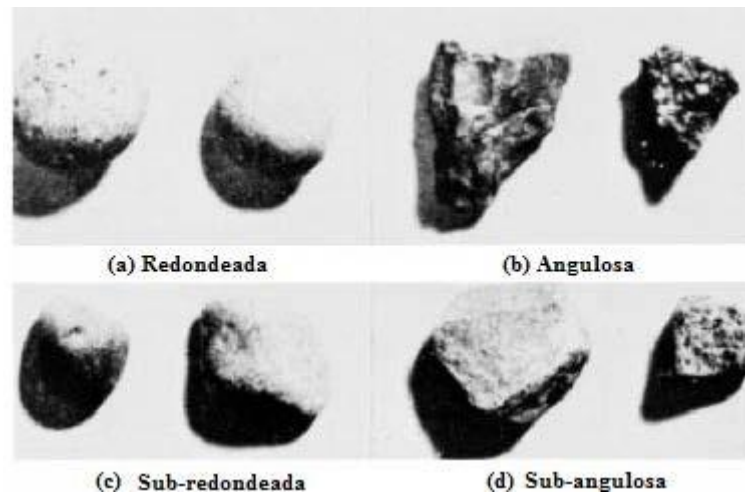
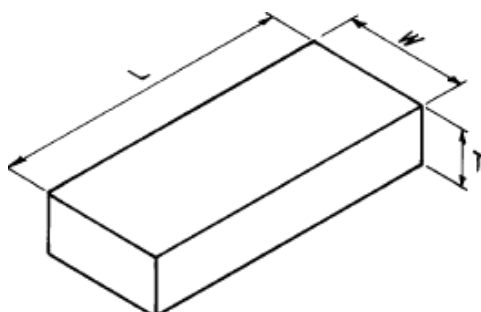


Figura 102 - 3. Angulosidad típica de las partículas gruesas

- 9.2 Forma** – Describir la forma de la grava, guijarros y fragmentos como plana, alargada, o como plana y alargada si cumple con los criterios de la Tabla 102 - 2 y de la Figura 102 - 4. De otra manera, no se debe mencionar la forma. Se deberá indicar la fracción de las partículas que tienen determinada forma; por ejemplo, un tercio de las partículas de grava son planas.

Tabla 102 - 2. Forma de las partículas

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
La longitud es la dimensión mayor; el ancho es la dimensión intermedia y el espesor es la menor dimensión	
Planas:	Partículas con ancho/espesor > 3
Alargadas:	Partículas con longitud/ancho > 3
Planas y alargadas	Partículas que cumplen criterios de planas y alargadas



L = Longitud
W = Ancho
T = Espesor

PLANAS: $W/T > 3$
ALARGADAS: $L/W > 3$
PLANAS Y ALARGADAS : satisfacen los 2 criterios

Figura 102 - 4. Criterios para la forma de las partículas

- 9.3 Color** – Describir el color. El color es una propiedad importante para la identificación de los suelos orgánicos y, dentro de una región dada, puede ser también útil para identificar materiales de origen geológico similar. Si la muestra contiene capas o parches de colores variables, se deberán anotar y describir los colores que las representan. Se describirá el color para las muestras húmedas. Cuando el color corresponde a una muestra seca, se deberá dejar constancia de ello en el informe (Figura 102 - 5).



Figura 102 - 5. Cambio de color de una partícula de granito de acuerdo con su humedad

- 9.4 Olor** – Describir el olor si es orgánico o poco usual. Suelos que contienen una cantidad significativa de material orgánico tienen, generalmente, el olor característico de la vegetación en putrefacción, el cual se hace más patente en las muestras frescas. Si las muestras están secas, a menudo se puede revivir el olor calentando una muestra previamente humedecida. Cuando el olor es inusual (productos de petróleo, químicos y similares), se debe anotar esta peculiaridad en el informe.
- 9.5 Condición de humedad** – Describir la humedad como seca, húmeda o saturada, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 3.

Tabla 102 - 3. Condiciones de humedad

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Seca:	Ausencia de humedad, polvorosa, seca al tacto
Húmeda:	Húmeda pero sin agua visible
Saturada:	Agua libre visible; generalmente bajo el nivel freático

- 9.6 Reacción con HCl** – Describir la reacción con HCl como nula, débil o fuerte, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 4. Puesto que el carbonato de calcio es un agente cementante común, se debe informar de su presencia si la reacción con el ácido clorhídrico diluido es importante.

Tabla 102 - 4. Reacción al HCl

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Nula:	Sin reacción visible
Débil:	Reacción ligera, se forman burbujas lentamente
Fuerte:	Reacción fuerte, se forman burbujas de inmediato

- 9.7** *Consistencia* – Para suelos intactos de grano fino, describir la consistencia como muy blanda, blanda, firme, dura, o muy dura, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 5. Esta observación no es apropiada para suelos con cantidades significativas de grava.

Tabla 102 - 5. Criterios para describir la consistencia

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Muy blanda:	El dedo pulgar penetra en el suelo más de 25 mm
Blanda:	El dedo pulgar penetra aproximadamente 25 mm
Firme:	El dedo pulgar deja una marca de unos 6 mm
Dura:	El dedo pulgar no deja marca, pero sí lo penetra la uña
Muy dura:	La uña del pulgar no hace mella en el suelo

- 9.8** *Cementación* – Describir la cementación de los suelos intactos de grano grueso como débil, moderada o fuerte, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 6.

Tabla 102 - 6. Criterios para describir la cementación

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Débil:	Se desmorona o rompe al tocarlo, o con poca presión de los dedos
Moderada:	Se desmorona o rompe con considerable presión de los dedos
Fuerte:	No se desmorona ni se rompe con la presión de los dedos

- 9.9 Estructura** – Describir la estructura de los suelos intactos, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 7.

Tabla 102 - 7. Criterios para describir la estructura

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Estratificada:	Capas alternadas de color o material variable, con espesor de por lo menos 6 mm, el cual se debe anotar
Laminada:	Capas alternadas de color o material variable, con espesor menor de 6 mm, el cual se debe anotar
Fisurada:	Rotura según planos definidos de fractura, con poca resistencia a ésta
Lisa:	Planos de fractura lisos o lustrosos, algunas veces estriados
En bloques:	Suelo cohesivo que se puede romper en pequeños terrones angulosos resistentes a una rotura adicional
Lenticular:	Inclusión de pequeñas bolsas de diferentes suelos; tales como pequeños cristales de arena esparcidos en una masa de arcilla. Se debe anotar el espesor
Homogénea:	Un solo color y apariencia uniforme

- 9.10 Rango de los tamaños de las partículas** – Para componentes de grava y arena, describir el rango de los tamaños de las partículas dentro de cada componente como se define en la Sección 2. Por ejemplo: alrededor de 20 % de grava fina a gruesa, alrededor del 40 % de arena de fina a gruesa, etc.

- 9.11 Tamaño máximo de partícula** – Se describe el tamaño máximo de partícula hallado en la muestra, de acuerdo con la siguiente información:

9.11.1 Tamaño de arena – Si el tamaño máximo de la partícula es del tamaño de arena, se describe ésta como fina, mediana, o gruesa como se define en la Sección 2. Por ejemplo: el tamaño máximo de la partícula es el de arena media.

9.11.2 Tamaño de grava – Si el tamaño máximo de la partícula corresponde a grava, se describe el tamaño máximo como el del tamiz más pequeño que pasará la partícula. Por ejemplo, tamaño máximo de la partícula = 37.5 mm (1½"), [pasa el tamiz de 37.5 mm (1½") pero no el de 19.0 mm (¾)].

- 9.11.3** *Tamaños de cantos rodados y de guijarros o fragmentos de roca* - Si el tamaño máximo de la partícula es el de cantos rodados o el de guijarros, se describe la dimensión máxima de la partícula mayor. Por ejemplo: dimensión máxima 450 mm (18").
- 9.12** *Dureza* – La dureza de la arena gruesa y de las partículas mayores se deberá describir como "dura", o mencionar lo que sucede cuando las partículas son golpeadas con un martillo. Por ejemplo: "las partículas de grava se fracturan con considerable número de golpes de martillo" o "algunas partículas se desmoronan con un golpe de martillo". "Duras" quiere decir partículas que no se agrietan, fracturan ni desmoronan bajo un golpe de martillo.
- 9.13** *Comentarios adicionales* – Se deben presentar comentarios tales como la presencia de raíces o de huecos debidos a éstas; las dificultades presentadas al efectuar los barrenos, al hacer la excavación de trincheras o calicatas, la presencia de mica, etc.
- 9.14** Agregar al suelo un nombre local comercial o una información geológica, ayuda en su identificación. Así mismo, se podrá agregar una clasificación e identificación del suelo de acuerdo con otros sistemas que lo identifiquen como tal.

10 IDENTIFICACIÓN DE LA TURBA

- 10.1** Una muestra compuesta principalmente de tejidos vegetales en estados variables de descomposición con una textura de fibrosa a amorfa, usualmente de color marrón oscuro a negro y con olor orgánico característico, se deberá designar como un suelo altamente orgánico e identificarse como turba, P_t , y no se someterá a los procedimientos de identificación descritos más adelante.

11 PREPARACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN

- 11.1** La fracción de suelo empleada para la identificación que se hace con esta norma, se basa en la porción de la muestra que pasa por el tamiz de 75 mm (3"). Las partículas mayores deben ser removidas manualmente cuando la muestra esté suelta, o mentalmente en el caso de una muestra intacta, antes de clasificar el suelo.

- 11.2** Se estima y anota el porcentaje de cantos rodados y el de guijarros. Al efectuar estos estimativos visuales, se harán sobre la base de porcentajes en volumen.

Nota 5: Puesto que los porcentajes en el análisis granulométrico son dados en relación con las masas secas y los estimativos de los porcentajes para gravas, arenas y finos en esta norma lo son también por masa seca, es recomendable que el informe establezca que los porcentajes de fragmentos y guijarros están dados por volumen.

- 11.3** De la muestra de suelo menor que 75 mm (3"), se estima y anota el porcentaje, en masa seca, de la grava, arena y finos (En el Anexo D se sugieren unos procedimientos).

Nota 6: Puesto que la composición granulométrica se hace visualmente con base en el volumen, se necesita considerable experiencia para estimar dichos porcentajes con base en el peso seco y se deberán hacer comparaciones frecuentes con análisis efectuados en el laboratorio.

- 11.3.1** Los porcentajes se estimarán con aproximación del 5 %. La suma de los porcentajes de grava, arena y finos deberá dar 100 %.

- 11.3.2** Si uno de los componentes se halla presente, pero no en cantidad suficiente como para considerar el 5 % de la fracción que pasa el tamiz de 75 mm (3"), se indica su presencia con el término "trazas"; por ejemplo: trazas de finos. Una traza no se debe considerar en el total del 100 % para los componentes.

12 IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR

- 12.1** El suelo es de *grano fino*, si contiene 50 % o más de finos. Se debe seguir el procedimiento de la Sección 13 para la identificación de los suelos de grano fino.
- 12.2** El suelo es de *grano grueso*, si contiene menos del 50 % de granos finos. Se debe seguir el procedimiento de la Sección 14 para identificar suelos gruesos.

13 PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICAR LOS SUELOS DE GRANO FINO

- 13.1** Se escoge una muestra representativa del material que se va a examinar. Se remueven las partículas mayores que el tamiz de 425 μm (No. 40) (arena media y gruesa), hasta disponer de una muestra equivalente a un puñado de material. Esta muestra se usa para realizar las pruebas de resistencia seca, dilatancia y tenacidad.

13.2 Resistencia seca:

13.2.1 Se escoge material suficiente de la muestra para moldear una esfera de alrededor de 25 mm (1") de diámetro, moldeándola hasta que tenga la consistencia de una masilla, agregando agua si fuerenecesario.

13.2.2 Del material moldeado, se elaboran al menos 3 especímenes. Un espécimen para el ensayo consistirá en una esfera de material de 12.5 mm (½") de diámetro, aproximadamente. Se permite que los especímenes de ensayo se sequen al aire, al sol o por medios artificiales, siempre que la temperatura no exceda de 60° C (140° F).

13.2.3 Si la muestra contiene terrones naturales secos de alrededor de 12.5 mm (½") de diámetro, éstos se pueden usar en lugar de las esferas moldeadas.

Nota 7: El proceso de moldeo y secado produce resistencias generalmente mayores que las halladas en terrones naturales secos.

13.2.4 Se prueba la resistencia de las bolitas o los terrones, apretándolos entre los dedos. Se anota su resistencia como nula, baja, mediana, alta, o muy alta, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 8. Si se usan terrones naturales secos, se deben desechar los resultados de los que contengan partículas de arena gruesa.

13.2.5 La presencia de materiales cementantes de alta resistencia que son solubles en agua, como el carbonato de calcio, puede causar resistencias secas excepcionalmente altas. La presencia de este carbonato se puede detectar, generalmente, por la intensidad de la reacción con el ácido clorhídrico diluido (ver numeral 9.6).

Tabla 102 - 8. Criterios para describir la resistencia en seco

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Nula:	La muestra se desmorona bajo la simple manipulación
Baja:	La muestra seca se desmorona hasta pulverizarse con ligera presión de los dedos
Mediana:	La muestra seca se rompe en fragmentos o se desmorona bajo una presión considerable de los dedos
Alta:	La muestra seca no se rompe con la presión de los dedos, pero se romperá al aprisionarla con el pulgar sobre una superficie dura
Muy alta:	La muestra no se puede romper al aprisionarla con el pulgar sobre una superficie dura

13.3 Dilatación:

13.3.1 Se escoge suficiente material para moldear una esfera de, aproximadamente, 12.5 mm ($\frac{1}{2}$ "), de diámetro, se moldea y se agrega agua, si fuere necesario, hasta que el suelo adquiera consistencia blanda pero no pegajosa.

13.3.2 Con una navaja o una pequeña espátula se aplana la esfera de suelo así formada en la palma de una de las manos; se agita horizontalmente golpeándola contra la otra mano varias veces. Se anota la reacción cuando aparezca el agua en la superficie del suelo. Se exprime la muestra cerrando la mano o apretándola entre los dedos y se anota la reacción como nula, lenta o rápida, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 9. La reacción es la velocidad con la cual aparece el agua mientras se sacude y desaparece cuando se aprieta.

Tabla 102 - 9. Criterios para describir la dilatación

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Nula:	No hay cambio visible en la muestra
Lenta:	El agua aparece lentamente en la superficie de la muestra al sacudirla, pero no desaparece o lo hace lentamente al apretarla
Rápida:	El agua aparece rápidamente sobre la superficie de la muestra mientras se la sacude y desaparece rápidamente al apretarla

13.4 Tenacidad

13.4.1 Después del examen de dilatación, la muestra se conformará en una pastilla alargada y se enrollará con la mano sobre una superficie lisa o entre las palmas de las manos hasta formar rollos de cerca de 3 mm ($\frac{1}{8}$ ") de diámetro. (Si la muestra está muy húmeda para hacer fácilmente los rollos, se extiende en una capa delgada para que pierda agua por evaporación). Se desharán luego los rollitos formados y se volverán a enrollar repetidamente hasta que se desmoronen a un diámetro de 3 mm ($\frac{1}{8}$ "). Cuando el rollo se desmorona a este diámetro, el suelo está cerca del límite plástico. Se anotará la presión requerida para formar los rollitos cerca del límite plástico así como su resistencia. Después de que el rollito se desmorone, se deberán juntar

los terroncitos que quedan y amasarlos hasta que se desmoronen y se anotará entonces la tenacidad del material durante el amasado.

- 13.4.2** Se describe la tenacidad de terrones y rollitos como baja, mediana o alta, de acuerdo con los criterios de la Tabla 102 - 10.

Tabla 102 - 10. Criterios para describir la tenacidad

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
Baja:	Solo se requiere ligera presión para formar rollitos cerca del límite plástico. Los rollitos y los terrones son débiles y blandos
Mediana:	Se requiere presión mediana para formar rollitos cerca del límite plástico. Los rollitos y los terrones tienen mediana tenacidad
Alta:	Se requiere una presión considerable para formar rollitos cerca del límite plástico. Los rollitos y los terrones tienen muy alta tenacidad

- 13.5** *Plasticidad* - Con base en las observaciones hechas durante el ensayo de tenacidad, se debe describir la plasticidad del material según los criterios dados en la Tabla 102 - 11.

- 13.6** Se decide si el suelo es inorgánico u orgánico de grano fino (Ver numeral 13.8); si fuere inorgánico, se seguirán los pasos dados en el numeral 13.7.

- 13.7** Identificación de los suelos inorgánicos de grano fino:

13.7.1 Se identifica el suelo como arcilla magra, CL, cuando presenta resistencia seca de mediana a alta, ninguna o poca dilatancia, y tenacidad y plasticidad medianas (Ver Tabla 102 - 12).

13.7.2 Se identifica como arcilla grasa, CH, cuando el suelo tiene resistencia en seco entre elevada y muy alta, ninguna dilatancia, y tenacidad y plasticidad altas (Ver Tabla 102 - 12).

13.7.3 Se identifica el suelo como un limo, ML, cuando tiene resistencia seca baja o nula, dilatancia de lenta a rápida, y tenacidad y plasticidad bajas, o si es no plástico (Ver Tabla 102 - 12).

Tabla 102 - 11. Criterios para describir la plasticidad

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS
No plástico:	No se pueden formar rollitos de 3 mm de diámetro con ningún contenido de humedad
Baja:	Se pueden formar rollitos con dificultad y no se pueden formar terrones cuando el suelo tiene una humedad inferior al límite plástico
Media:	Es fácil formar el rollito y el límite plástico se alcanza con rapidez. No se puede volver a enrollar la misma muestra después que alcanza el límite plástico. Los terrones se desmoronan cuando se secan por debajo del límite plástico.
Alta:	Toma un tiempo considerable formar rollos y remoldearlos para alcanzar el límite plástico, pero la muestra se puede volver a enrollar varias veces después de alcanzar el límite plástico. Se pueden formar terrones sin que se desmoronen cuando tienen una humedad inferior al límite plástico

13.7.4 Se identifica el suelo como un limo elástico, MH, cuando tiene resistencia en seco de baja a mediana, dilatancia de nula a lenta, y tenacidad y plasticidad de bajas a medias (Ver Tabla 102 - 12). Estas propiedades son similares a las de una arcilla magra; sin embargo, el limo se secará rápidamente en la mano y dará la sensación de mucha suavidad cuando está seco. Algunos suelos que clasificarían como MH son difícilmente distinguibles de la arcilla magra y se pueden requerir, entonces, ensayos de laboratorio para su adecuada identificación.

Tabla 102 - 12. Identificación de suelos inorgánicos de grano fino mediante ensayos manuales

SÍMBOLO DEL SUELO	RESISTENCIA SECA	DILATANCIA	TENACIDAD
ML:	Nula a baja	Lenta a rápida	Baja, no se pueden formar rollitos
CL:	Media a alta	Nula a lenta	Media
MH:	Baja a media	Nula a lenta	Baja a media
CH:	Alta a muy alta	Nula	Alta

13.8 Identificación de suelos orgánicos de grano fino:

13.8.1 Se identificará el suelo como orgánico OL/OH, cuando contiene suficientes partículas orgánicas para influir sobre sus propiedades. Los suelos orgánicos tienen generalmente color de marrón oscuro a negro y pueden tener olor orgánico. A menudo, los suelos orgánicos cambian de color, por ejemplo de negro a marrón cuando se exponen al aire. Algunos suelos orgánicos aclaran notablemente su color cuando se secan al aire. Los suelos orgánicos no presentan normalmente tenacidad ni plasticidad alta y los rollitos para el ensayo de tenacidad serán esponjosos.

Nota 8: En algunos casos, con práctica y experiencia, puede ser posible identificar más ampliamente los suelos orgánicos como limos o como arcillas orgánicas, OL, u OH, y se pueden correlacionar la dilatancia, la resistencia seca y la tenacidad con los ensayos de laboratorio, para identificarlos en algunos depósitos de materiales similares de origen geológico conocido.

13.8.2 Si se estima que el suelo tiene de 15 a 25 % de arena o grava, o ambas, deben ser adicionadas las palabras “con arena” o “con grava” (la que sea más predominante) al nombre del grupo. Por ejemplo: “arcilla magra con arena, CL” o “limo con grava, ML” (ver Figura 102 - 1.a y 1.b). Si el porcentaje de arena es igual al porcentaje de grava, se usa “con arena”.

13.8.3 Si se estima que el suelo tiene 30 % o más de arena o grava, o ambas, el término “arenoso” o “gravoso” debe ser adicionado al nombre del grupo. Se adiciona el término “arenoso” si tiene más arena que grava y se adiciona el término “gravoso” si tiene más grava que arena. Por ejemplo: “arcilla magra arenosa, CL”, “arcilla grasa gravosa, CH” o “limo arenoso, ML” (ver Figura 102 - 1.a y 1.b). Si el porcentaje de arena es igual al porcentaje de grava, se usa “arenoso”.

14 PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICAR SUELOS DE GRANO GRUESO (Contenido de finos menor de 50 %)

14.1 El suelo es grava, si se estima que el porcentaje de grava es mayor que el de arena.

14.2 El suelo es arena, si se estima que el porcentaje de grava es igual o menor que el de arena.

14.3 El suelo es grava limpia o arena limpia, cuando se estima que el porcentaje de finos es de 5 % o menos.

14.3.1 Se identifica el suelo como grava bien gradada, GW, o como arena bien gradada, SW, si tiene partículas dentro de un intervalo amplio de tamaños con una cantidad sustancial de partículas en los tamaños intermedios.

14.3.2 Se identifica el suelo como grava pobremente gradada, GP, o arena pobremente gradada, SP, si tiene un solo tamaño predominante (uniformemente gradado), o si posee un amplio margen de tamaños con faltantes en los grados intermedios (gradación con saltos bruscos y vacíos).

14.4 El suelo puede ser una grava con finos o una arena con finos, si se estima que el porcentaje de éstos es del 15 % o mayor.

14.4.1 Se identifica el suelo como una grava arcillosa, GC, ó una arena arcillosa, SC, si los finos son arcillosos cuando se determinan aplicando los procedimientos de la Sección 13.

14.4.2 Se identifica el suelo como grava limosa, GM, o arena limosa, SM, si los finos son limosos, cuando se determinan aplicando los procedimientos de la Sección 13.

14.5 Si se estima que el suelo contiene del orden de 10 % de finos, se le da una identificación doble mediante dos símbolos para el grupo.

14.5.1 El primer símbolo del grupo deberá corresponder a grava o arenalimpia (GW, GP, SW, SP) y el segundo a grava o arena con finos (GC, GM, SC, SM).

14.5.2 El nombre deberá corresponder al del primer símbolo del grupo, más las palabras "con arcilla" ó "con limo", para indicar el carácter plástico de los finos. Por ejemplo: grava bien gradada con arcilla, GW-GC, o arena pobremente gradada con limo, SP-SM (ver Figura 102 - 2).

14.6 Si la muestra es predominantemente arena o grava, pero se estima que contiene 15 % o más de otros constituyentes de materiales de grano grueso, se deben agregar las palabras "con grava" ó "con arena" al nombre del grupo. Por ejemplo: "grava pobremente gradada con arena, GP" ó "arena arcillosa con grava, SC" (ver Figura 102 - 2).

- 14.7** Si la muestra de campo contiene cantos rodados o guijarros, se deberán añadir las palabras "con cantos rodados" ó "con cantos rodados y guijarros" al nombre del grupo. Por ejemplo: "grava limosa con guijarros, GM".

15 INFORME

- 15.1** El informe deberá incluir la información indicada en la Tabla 102 - 13 en cuanto al origen y a los ítems indicados.

Nota 9: Ejemplo: Grava arcillosa con arena y guijarros, GC - Grava de sub-redondeada a sub-angulosa con 50 % de fina a gruesa; arena sub-redondeada con alrededor del 30 % de fina a gruesa; alrededor del 20 % de finos de plasticidad media, elevada resistencia en seco, dilatancia nula, tenacidad mediana; reacción débil al HCl; la muestra original del terreno contenía alrededor de 5 % (en volumen) de guijarros sub-redondeados de dimensión máxima, 150 mm. Condiciones en el sitio - firme, seca, homogénea, marrón. Interpretación geológica - abanico aluvial.

Nota 10: En los Anexos A y B se muestran otros ejemplos de descripciones e identificaciones de suelos.

Nota 11: Si se desea, los porcentajes de grava, arena y finos se pueden establecer en términos que indiquen intervalos de porcentajes, en la siguiente forma:

- Trazas- Hay partículas del material, pero en cantidad inferior a 5 %
- Pocas - 5 a 10%
- Pequeñas - 15 a 25%.
- Algunas - 30 a 45%.
- Abundantes - 50 a 100%.

Tabla 102 - 13. Lista de comprobación para la descripción de los suelos

1. Nombre del grupo
2. Símbolo del grupo
3. % de fragmentos de grava o guijarros, o ambos
4. % de grava, arena o finos, o los tres (masa seca)
5. Rango del tamaño de partículas:
 - Grava – fina, gruesa
 - Arena – fina, media, gruesa
6. Angulosidad de las partículas: angulosa, sub-angulosa, sub-redondeada, redondeada
7. Forma de la partículas (si corresponde): plana, alargada, plana y alargada
8. Tamaño máximo de partícula o dimensión máxima

9. Dureza de la arena gruesa y de las partículas más gruesas
10. Plasticidad de los finos: no plásticos, baja, media, alta
11. Resistencia seca: nula, baja, media, alta y muy alta.
12. Dilatancia: nula, lenta, rápida.
13. Tenacidad: baja, media, alta.
14. Color (en estado húmedo).
15. Olor (mencionarlo solamente si fuera orgánico o inusual).
16. Humedad: seca, húmeda, saturada.
17. Reacción con HCl: nula, débil, fuerte.
18. Para muestras inalteradas:
 - Consistencia (únicamente para suelos finos): muy blanda, blanda, firme, dura, muy dura.
19. Estructura: estratificada, laminada, lisa, en bloques, lenticular, homogénea.
20. Cementación: débil, moderada, fuerte.
21. Nombre del sitio.
22. Descripción e interpretación geológica.
23. Comentarios adicionales: presencia de raíces o de huecos de raíces; presencia de mica, yeso, etc.; recubrimientos superficiales de las partículas de los agregados gruesos, formación de cavernas o de costras en los hoyos de barrenos o en las paredes de apiques o trincheras ; dificultad al barrenar o al excavar; etc.

15.2 Si en la descripción se ha identificado el suelo con un símbolo y un nombre para el grupo como se establece en la norma INV E-181, se debe establecer claramente en los gráficos, tablas resumen, informes, y demás, que los símbolos y nombres se basan en los procedimientos de descripción visual y manual.

16 PRECISIÓN Y SESGO

16.1 Esta norma provee información cualitativa únicamente; por lo tanto, no son aplicables a la misma los enunciados sobre precisión y sesgo.

17 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 2488 – 09a

ANEXO A (Informativo)

EJEMPLOS DE DESCRIPCIÓN VISUAL DE SUELOS

A.1 Los siguientes ejemplos muestran la manera como se puede reportar la información requerida en el numeral 15.1. La información a incluir en las descripciones se debe basar en las circunstancias y necesidades de cada caso particular:

A.1.1 *Grava bien gradada con arena (GW)* – Aproximadamente 75% de grava entre fina y gruesa, dura y sub-angulosa; 25% de arena fina a gruesa, dura y sub-angulosa; trazas de finos; tamaño máximo 75 mm; color marrón, seca; sin reacción con el HCl.

A.1.2 *Arena limosa con grava (SM)* – Más o menos 60% de arena fina; con 25% de finos de baja plasticidad de baja resistencia en estado seco, dilatancia rápida y tenacidad baja; 15% de grava fina, dura y sub-redondeada; algunas partículas de la grava se fragmentan al golpearlas con un martillo; tamaño máximo 25 mm; sin reacción con el HCl.

A.1.3 *Suelo orgánico (OL/OH)* – Casi 100% de finos de baja plasticidad, baja dilatancia, baja resistencia en estado seco y baja tenacidad; húmedo, de color marrón y olor orgánico; reacción débil con el HCl.

A.1.4 *Arena limosa con finos orgánicos (SM)* – Aproximadamente el 75% está constituido por una arena rojiza, entre fina y gruesa, con partículas duras y sub-angulosas. El 25% restante corresponde a finos limosos y orgánicos no plásticos, de color marrón oscuro, sin resistencia en estado seco y baja dilatancia; reacción débil con el HCl.

- A.1.5** *Grava pobremente gradada con limo, arena, con guijarros y fragmentos de roca (GP-GM)* – Aproximadamente el 75% está constituido por grava fina a gruesa, dura y entre sub-redondeada y sub-angulosa; más o menos el 15% es una arena fina, dura, de sub- redondeada y sub-angulosa; un 10% son finos no plásticos húmedos y de color oscuro, sin reacción con el HCl. La muestra original contenía, aproximadamente, 5% (en volumen) de cantos rodados y guijarros sub-redondeados, con una dimensión máxima de 450 mm (18”).

ANEXO B (Informativo)

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN PARA DESCRIBIR ESQUISTOS, ARCILLOLITAS, CONCHAS, ESCORIA, ROCA TRITURADA Y SIMILARES

- B.1** El procedimiento de identificación de esta norma se puede usar para describir materiales que existen in-situ, tales como esquistos, arcillolitas, arenisca, limolita, etc., que se convierten posteriormente en suelos tras un procesamiento en el campo o en el laboratorio (trituración, desleimiento, etc.).
- B.2** Materiales como conchas, escoria, roca triturada, se deben identificar como tales. Sin embargo, los procedimientos usados en esta norma para describir los tamaños de las partículas y las características de plasticidad se pueden emplear para describir el material. Si se desea, se puede asignar una identificación con símbolo y nombre de grupo para ayudar a la descripción del material.
- B.3** Los símbolos y nombres de grupo se deben escribir entre comillas o hacerlos notorios de alguna otra manera (Ver ejemplos en el numeral B.4).
- B.4** He aquí algunos ejemplos sobre la manera como los símbolos y nombres de grupo se pueden asignar a materiales que no ocurren en la naturaleza como suelos:
- B.4.1** *Trozos de esquisto* – Fragmentos de 50 a 100 mm (2 a 4”) de esquisto, recuperados mediante barrena, secos, de color oscuro, sin reacción con el HCl. Sometidos a desleimiento durante 24 horas, dan lugar a un material que se identifica como “Arcilla magra arenosa (CL)” con,

aproximadamente, 60% de finos de plasticidad media y de alta resistencia en estado seco, sin dilatancia y con tenacidad media; 35% de arena media, dura; y 5% de fragmentos de esquisto del tamaño de grava.

- B.4.2** *Arenisca triturada* – Producto de una trituradora comercial, se puede describir como “Arena pobremente gradada con limo (SP-SM)”, correspondiendo 90% a una arena media y el 10% restante a finos amarillentos no plásticos.
- B.4.3** *Conchas rotas* – 60% de la muestra está constituida por conchas rotas de tamaño uniforme de grava, con 30% de piezas del tamaño de la arena y 10% de finos no plásticos; muestra que se puede identificar como “Grava pobremente gradada con arena y limo (GP-GM)”.
- B.4.4** *Roca triturada* – Material procesado a partir de la trituración de guijarros y de partículas de grava, definido como “Grava pobremente gradada (GP)” y constituido aproximadamente por 90% de partículas de tamaño de grava fina, dura y angulosa y 10% de arena gruesa, dura y angulosa. El material no presenta reacción con el HCl, está seco y su color es oscuro.

ANEXO C (Informativo)

PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA EL USO DE SÍMBOLOS FRONTERIZOS PARA SUELOS CON DOS IDENTIFICACIONES POSIBLES

- C.1** Debido a que esta norma se basa en estimaciones de la distribución de los tamaños de las partículas y de las características de plasticidad, puede resultar difícil identificar claramente un suelo como perteneciente a una categoría. Para indicar que el suelo puede caer en uno de dos posibles grupos básicos, se puede usar un símbolo fronterizo con dos símbolos separados por una línea diagonal; por ejemplo, SC/CL o CL/CH.
- C.1.1** Se puede usar un símbolo fronterizo, cuando el porcentaje estimado de finos se encuentra entre 45 y 55%. Uno de los símbolos puede corresponder a un suelo de grano grueso con finos y el otro a un suelo de grano fino; por ejemplo: GM/ML o CL/SC.

- C.1.2** Se puede utilizar el símbolo fronterizo cuando se estima que los porcentajes de arena y grava son similares. Ejemplos: GP/SP, SC/GC, GM/SM. Es prácticamente imposible encontrar un suelo que tenga el símbolo fronterizo GW/SW.
- C.1.3** El símbolo fronterizo se puede emplear cuando el suelo puede ser bien o mal gradado. Ejemplo: GW/GP, SW/SP. Así mismo, cuando puede ser un limo o una arcilla (CL/ML, CH/MH, SC/SM).
- C.1.4** También se puede utilizar el símbolo fronterizo cuando un suelo de grano fino presenta propiedades que indican que se encuentra en el límite entre la baja y la alta compresibilidad. Ejemplo: CL/CH, ML/MH.
- C.2** El orden en el cual se deben colocar los símbolos fronterizos de una muestra de suelo debe reflejar su similitud con los suelos que lo rodean. Por ejemplo, si los suelos en una zona de préstamo han sido identificados principalmente como CH, pero se considera que una de las muestras presenta un símbolo fronterizo entre CL y CH, el símbolo a usar para respetar la similitud será CH/CL.
- C.3** El nombre del grupo para un suelo con un símbolo fronterizo debe corresponder al del primer símbolo, salvo en los siguientes casos: CL/CH para una arcilla magra a grasa; ML/CL para un limo arcilloso y CL/ML para una arcilla limosa.
- C.4** Los símbolos fronterizos no se deben usar de manera indiscriminada. Se debe realizar el mayor esfuerzo posible para ubicar el suelo en un grupo de símbolo sencillo.

ANEXO D (Informativo)

PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA ESTIMAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DENTRO DE UNA MUESTRA DE SUELO

- D.1** *Método del recipiente* – El porcentaje relativo de materiales grueso y fino se puede estimar sacudiendo una mezcla de suelo y agua en un recipiente transparente y permitiendo luego que se asiente. Las partículas más gruesas caerán al fondo y, sucesivamente, se irán depositando las más finas con el transcurso del tiempo; las partículas del tamaño de arena tardan unos 20 a 30

segundos en sedimentar. Las proporciones relativas se pueden determinar, estimando el volumen de cada tamaño de manera separada. Es necesario correlacionar los resultados de la aplicación de este método con determinaciones de la granulometría en el laboratorio.

- D.2** *Método visual* – Se visualizan mentalmente las partículas del tamaño de grava colocadas en una o más bolsas y, en seguida, se hace lo mismo con las partículas de arena revueltas con los finos. Entonces, se compara mentalmente el número de bolsas para estimar el porcentaje de partículas mayores y menores de 4.75 mm (abertura del tamiz No. 4). La distribución del pasante del tamiz de 4.75 mm (No. 4) entre arena y finos, se estimará a partir de la prueba mencionada en el numeral siguiente.
- D.3** *Ensayo de lavado* – Se toma una cantidad suficiente de material menor de 4.75 mm para formar un cubo de suelo de 25 mm (1") de lado. A continuación, se corta el cubo por la mitad y se colca una de las mitades en una cubeta. Se lavan y decantan los finos del material colocado en la cubeta hasta alcanzar agua clara y, entonces, se compara la cantidad remanente con el volumen de la mitad del cubo que no se sometió a lavado, para estimar los porcentajes de arena y finos en volumen. Aunque el método expuesto en esta norma se basa en distribuciones porcentuales de acuerdo al peso, la comparación volumétrica da una indicación razonable sobre la distribución de los materiales.
- D.3.1** Durante el lavado de la muestra, se deben romper los terrones con los dedos, con el fin de obtener los porcentajes correctos.

ANEXO E (Informativo)

SÍMBOLOS ABREVIADOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

- E.1** Debido a la falta de espacio, en algunos casos resulta útil el empleo de un sistema abreviado para indicar el símbolo y el nombre de la clasificación de un suelo. Esta situación se puede presentar al elaborar gráficos, llenar formatos y tablas de datos, etc.
- E.2** Este sistema abreviado no reemplaza el nombre completo ni la información descriptiva general, pero resulta útil en presentaciones suplementarias, cuando ya ha sido referida la descripción completa.

- E.3** La abreviación consiste en utilizar prefijos y sufijos en minúsculas en el símbolo abreviado, junto al símbolo de clasificación que estará entre paréntesis. Por ejemplo:

SÍMBOLO Y NOMBRE DE GRUPO COMPLETOS	SÍMBOLO ABREVIADO
CL, arcilla magra arenosa SP-SM, arena pobremente gradada con grava ML, limo arenoso con grava y fragmentos de roca	s(CL) (SP-SM)g s(ML)gf

Nota E.1: Los términos "arenoso", "limoso", etc., dan lugar a letras que se colocan antes del símbolo del suelo; mientras que los términos "con grava", "con limo", etc., se deben colocar al final (Ver numerales 13.8.2 y 13.8.3).

Nota E.2: En los símbolos abreviados los "Cantos rodados" se designan con la letra "r" y los "guijarros o fragmentos de roca" con la letra "f"