

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

GEOTECNIA. CLASIFICACION GEOTECNICA DE LOS SUELOS

Geotechnics. Geotechnical classification of soils

Descriptores: Geología; Clasificación; Suelo: terreno.

3. Edición Septiembre 2000

ICS: 93.020

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 30-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Utiliza todos los elementos aplicables de la norma ASTM D 2487-98, introduciendo algunos aspectos de interés para tener en cuenta las características descriptivas del suelo.
- Ha sido elaborada por el NC/CTN 20 de Geotecnia integrado por las siguientes instituciones:

Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la Construcción
Ministerio de la Industria Ligera
Ministerio de la Industria Básica

Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
Oficina Nacional de Normalización

- Sustituye a la NC 54 – 273:84.
- Consta de los Anexos A, normativo, así como B y C, informativos.

© NC, 2000

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

Indice

1 Objeto	1
2 Generalidades.....	1
3 Referencias normativas.....	1
4 Definiciones	2
5 Utensilios y medios de medición	4
6 Muestra de suelo y su preparación para la clasificación.....	4
7 Clasificación de suelos.....	5
8 Procedimiento para la clasificación de suelos de grano fino (50 % o más de la masa seca pasa el tamiz de 75 μm (N° 200)).....	7
9 Procedimiento para la clasificación de suelos de grano grueso (más del 50 % se retiene en el tamiz de 75 μm (N° 200))	12
10 Descripción	17
ANEXOS	
A (normativo) Aspectos descriptivos	18
B (informativo) Ejemplos de descripción usando la clasificación de suelos.	20
C (informativo) Uso de la clasificación de suelos como un sistema descriptivo para materiales, tales como los esquistos, conchas, escorias y otros	21
D (informativo) Bibliografía	22

GEOTECNIA. CLASIFICACION GEOTECNICA DE LOS SUELOS

1 Objeto

Esta Norma Cubana establece los principios para la clasificación y descripción de los suelos naturales objeto de estudio en las investigaciones geotécnicas de las obras de edificaciones.

2 Generalidades

- Este sistema está basado en el Sistema Unificado de Clasificación y Reconocimiento de los suelos.
- El sistema de clasificación planteado se aplica a las partículas de suelos que pasan el tamiz de 75 mm (3”).
- Este sistema no se limita a ubicar el suelo dentro de uno de los grupos enumerados, sino que abarca, además, una descripción del mismo, tanto alterado como inalterado.
- La clasificación y descripción de los suelos se basa en las observaciones visuales, en el tamaño de las partículas que lo componen y la plasticidad de la fracción de este que pasa el tamiz de 425 μm (N° 40).

3 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban vigentes en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas, que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Cubanas en vigencia en todo momento.

NC 10:1998 Geotecnia. Preparación de las muestras de suelo.

NC 20:1999 Geotecnia. Determinación de la granulometría de los suelos.

NC 58:2000 Geotecnia. Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.

NC 61:2000 Geotecnia. Identificación y descripción de suelos (examen visual y ensayos manuales simples).

4 Definiciones

4.1 Grava. Partículas de roca que pasan el tamiz de 75 mm (3") y se retienen en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) con las siguientes subdivisiones:

- Gruesa - pasan el tamiz de 75 mm (3") y son retenidas en el tamiz de 19,0 mm (3 /4").
- Fina - pasan el tamiz de 19,0 mm (3/4") y se retienen en el tamiz de 4,75 mm (N° 4).

4.2 Arena. Partículas de roca que pasan el tamiz de 4,75 mm (N° 4) y se retienen en el tamiz de 75 µm (N° 200) con las siguientes subdivisiones:

- Gruesa - pasan el tamiz de 4,75 mm (N° 4) y se retienen en el tamiz de 2,0 mm (N° 10).
- Media - pasan el tamiz de 2,0 mm (N° 10) y se retienen en el tamiz de 425 µm (N° 40) .
- Fina - pasan el tamiz de 425 µm (N° 40) y se retienen en el tamiz de 75 µm (N° 200) .

4.3 Arcilla. Para su clasificación, la arcilla es un suelo, o parte de el, de grano fino con un índice de plasticidad igual o mayor que 4 y ubicado sobre o arriba de la línea "A" en el gráfico de Índice de plasticidad versus Límite líquido, véase la figura 1.

4.4 Limo. Para su clasificación, el limo es un suelo de grano fino, o parte de el, con un índice de plasticidad menor que 4 para límite líquido menor que 25,5 % o ubicado debajo de la línea "A" en el gráfico de Índice de plasticidad versus Límite líquido, véase la figura 1

4.5 Limos y arcillas orgánicas. Son limos o arcillas con un contenido de materia orgánica tal, que esta influye en las propiedades del suelo. Para su clasificación son suelos que pueden ser clasificados como limo o arcilla con la excepción de que el valor del límite líquido después de secado en la estufa a 110 °C ± 5 ° C durante 24 horas es menor que el 75 % del valor del límite líquido del suelo, determinado antes de ser secado en la estufa.

4.6 Turba. Suelo compuesto principalmente de restos de vegetales en diferentes estados de descomposición, generalmente con olor fétido, color negro o carmelita oscuro, consistencia esponjosa y textura desde fibrosa hasta amorfa.

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

Canto. Fragmento de roca mayor o igual a 300 mm (12") .

Guijarro. Fragmento de roca menor que 300 mm (12") y mayor o igual a 75 mm (3").

4.7 Fracción gruesa. Es todo el material que pasa el tamiz de 75 mm (3") y se retiene en el tamiz de 75 µm (N° 200).

4.8 Fracción fina. Es todo el material que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200).

4.9 Coeficiente de curvatura (Cc). Es la relación $(D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$, donde D_{60} , D_{30} y D_{10} son los diámetros de las partículas correspondientes al 60 %, 30 % y 10 % en peso del suelo que pasa, según la curva de distribución granulométrica, respectivamente.

4.10 Coeficiente de uniformidad (Cu). Es la relación D_{60} / D_{10} , donde D_{60} y D_{10} son los diámetros de partículas correspondientes al 60 % y 10 % en peso del suelo que pasa, según la curva de distribución granulométrica, respectivamente.

4.11 Descripción. La descripción del suelo da información sobre el material (por ejemplo: graduación, forma de las partículas, plasticidad, contenido orgánico y color), también sobre la masa (por ejemplo estructura, resistencia y otras características de la masa).

4.12 Clasificación. La clasificación es la división de suelos idénticos en grupo, que presentan propiedades geotécnicas similares. La clasificación puede ser para propósitos generales o específicos y depende de las siguientes características: distribución del tamaño de partículas, plasticidad, constituyentes orgánicos y otros componentes.

4.13 Estructura. La variación en composición incluyendo la estratificación y discontinuidades.

4.14 Discontinuidades. Los planos de estratificación, unión, fisura, fallas y planos de deslizamiento.

4.15 Contenido de humedad. Masa de agua que puede ser extraída del suelo, por calentamiento a $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ y se expresa como un porcentaje de la masa de suelo seco.

4.16 Plasticidad. Característica física usada para distinguir entre diferentes tipos de suelos de grano fino mediante la ejecución de los ensayos de límite líquido y límite plástico basados en la teoría de Atterberg y realizados por el método de Casagrande.

4.17 Límite líquido (LL). El contenido de agua en el cual un suelo fino pasa del estado líquido al estado plástico, se determina por el ensayo de límite líquido.

NOTA Los ensayos de plasticidad son realizados solamente sobre la parte fina de la muestra de suelo que pasa el tamiz de $425 \text{ } \mu\text{m}$ (N° 40). La proporción de la muestra que no es incluida en la determinación de la plasticidad debe ser informada.

4.18 Límite plástico (LP). El contenido de agua en el cual un suelo fino pasa de semi-sólido a plástico y se determina por el ensayo de límite plástico.

4.19 Índice plástico (IP). La diferencia entre el límite líquido y límite plástico de un suelo de grano fino:

$$IP = LL - LP$$

4.20 Índice de consistencia (Ic). Parámetro que indica cuan próximo al comportamiento como semi-sólido se encuentra el suelo en su estado natural. Varía entre 0 y 1. Valores de 1 indican un comportamiento como semi-sólido, mientras que valores próximos a 0 indican el desarrollo de las máximas potencialidades plásticas del suelo.

$$I_c = \frac{LL - W}{IP}$$

4.21 Resistencia cortante no drenada (Su). La resistencia cortante no drenada de las arcillas se aproxima mediante una expresión similar a la ley de Coulomb:

$$S_u = C_u + \sigma \operatorname{tg} \phi_u$$

Donde:

- ϕ_u es el ángulo de fricción interna en la rotura sin drenaje, en grados;
- C_u es la cohesión en la rotura sin drenaje, en kilopascal;
- σ es la presión total en el plano de rotura, en kilopascal.

5 Utensilios y medios de medición

Para la descripción y clasificación de los suelos se requieren los siguientes utensilios y medios:

- Espátula pequeña o cuchillo.
- Lupa pequeña.
- Cinta métrica (de 1 m ó 2 m).
- Piqueta de geólogo.
- Carta de plasticidad para clasificar los suelos de grano fino (véase la figura 1).
- Curva de distribución granulométrica (véase la figura 2).

6 Muestra de suelo y su preparación para la clasificación

6.1 La cantidad de material seco que pasa el tamiz de 425 μm (N° 40) para ensayos de plasticidad debe estar entre 150 g y 200 g .

6.2 La preparación de la muestra, los ensayos de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad tendrán que estar en correspondencia con los procedimientos normalizados que han sido aceptados. Existen dos métodos para la preparación de la muestra de suelo para realizar los ensayos de clasificación, el método por vía húmeda y por vía seca. El primer método es el preferido para los suelos cohesivos que nunca se han desecado y para los suelos orgánicos.

6.3 Se recomiendan las siguientes cantidades para clasificar el suelo:

Máximo tamaño de partícula (abertura de el tamiz)		Tamaño de la muestra (masa seca)
(mm)	(pulgadas)	(g)
4,75	N° 4	100 - 400
9,50	3/8"	200 - 800
19,00	3/4"	1 000 - 4 000
37,50	1 1/2"	8 000 - 32 000
75,00	3"	60 000 - 240 000

6.4 Se debe informar como un dato auxiliar el porcentaje (por masa seca) de cualquier material contenido en la muestra de suelo con dimensión mayor que 75 mm (3"), así como el tamaño máximo de la partícula, la cual se puede medir o estimar.

6.5 En la muestra de suelo que se estime que contenga menos del 5 % de la fracción fina, se debe dibujar la curva de distribución granulométrica de la fracción gruesa. La curva de distribución granulométrica puede ser dibujada sobre un gráfico similar al que se muestra en la figura 2 . El tamaño máximo del tamiz que se usa está determinado por la dimensión máxima de las partículas.

6.6 En el suelo que se estime que contenga entre 5 % y 15 % de la fracción fina, se requiere la curva de distribución granulométrica, el límite líquido e índice plástico. Si no hay suficiente material para determinar el límite líquido e índice plástico para definir si el material fino es arcilloso o limoso, deben aplicarse los procedimientos descritos según la NC 61:2000, lo cual debe estar señalado en la información que se brinde.

6.7 Cuando se requiera la curva de distribución granulométrica, se recomienda usar el conjunto de tamices siguientes con el tamaño intermedio que sean necesarios para definir dicha curva.

Tamiz	75,0 mm	(3")
Tamiz	19,0 mm	(3 /4")
Tamiz	4,75 mm	(N° 4)
Tamiz	2,00 mm	(N° 10)
Tamiz	425 µm	(N° 40)
Tamiz	75 µm	(N° 200)

6.8 En la muestra de suelo que se estime que contenga el 15 % o más de la fracción fina se determinarán los porcentajes de grava, arena y fino, así como los límites líquidos e índice de plasticidad. En aquella muestra de suelo que contenga el 90 % o más de la fracción fina, para determinar los porcentajes de grava, arena y fino se pueden usar los procedimientos descritos según la NC 61:2000, y se debe señalar en la información que se brinde.

NOTA Para el proceso de clasificación de los suelos no es necesario la ejecución del análisis hidrométrico.

6.9 Si el suelo tiene color oscuro y olor a materia orgánica en descomposición se debe realizar un segundo ensayo de límite líquido después de secar el suelo durante 24 horas a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

7 Clasificación de suelos

7.1 En la tabla 1 se ilustran las tres divisiones principales que se presentan en este sistema de clasificación: suelos de grano grueso (grava y arena), suelos de grano fino (arcilla y limo) y suelos altamente orgánicos.

7.2 Un suelo se considera grueso si más del 50 % de sus partículas en peso, quedan retenidas en el tamiz de 75 µm (N° 200), fino si el 50 % o más de sus partículas, en peso, pasan dicho tamiz y altamente orgánico si está compuesto principalmente por materia orgánica.

7.3 Los suelos de grano grueso constan de los siguientes grupos:

- Grava y suelos en que predominan estas. Símbolo genérico: G.
- Arena y suelos en que predominan estas. Símbolo genérico: S.

7.4 La grava y la arena se subdividen en los grupos siguientes:

- Grava o arena prácticamente limpia de fino (fracción fina < 5 %), bien graduado (W), en combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GW y SW.
- Grava o arena prácticamente limpia de fino (fracción fina < 5 %), mal graduado (P), en combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GP y SP.
- Grava o arena con cantidad apreciable de fino (fracción fina > 12 %) no plástico (ML o MH), en combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GM y SM.
- Grava o arena con cantidad apreciable de fino (fracción fina > 12 %) plástico (CL, CH y CL-ML), en combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GC y SC.
- Grava o arena bien graduada (W) con fino no plástico (ML o MH) entre 5 % y 12 %, se clasifica con símbolos dobles GW – GM o SW – SM.
- Grava o arena mal graduada (P) con fino no plástico (ML o MH) entre 5 % y 12 %, se clasifica con símbolos dobles GP – GM o SP – SM.
- Grava o arena bien graduada (W) con fino plástico (CL, CH, CL-ML) entre 5 % y 12 %, se clasifica con símbolos dobles GW – GC o SW – SC.
- Grava o arena mal graduada (P) con fino plástico (CL, CH, CL-ML) entre 5 % y 12 %, se clasifica con símbolos dobles GP – GC o SP – SC.

7.5 Los suelos de grano fino se dividen en tres grupos genéricos:

- Limo de símbolo M (del sueco mo y mjala)
- Arcilla de símbolo C (clay).
- Arcillas y limo orgánico de símbolo O (organic)
- En los suelos de grano fino con límite líquido menor del 50 %, de compresibilidad baja o media, se le añadirá al símbolo genérico el sufijo L (low), obteniéndose de esta combinación los grupos ML, CL, CL – ML y OL.
- En los suelos de grano fino con límite líquido mayor o igual que el 50 %, de compresibilidad alta, se le añadirá al símbolo genérico el sufijo H (high), obteniéndose así los grupos MH, CH y OH. El término compresibilidad, tal y como aquí se trata, se refiere a la pendiente del tramo virgen

de la curva de compresibilidad y no a la condición natural del suelo inalterado que puede estar parcialmente seco o preconsolidado.

7.6 Los suelos altamente orgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del inglés Peat, turba).

8 Procedimiento para la clasificación de suelos de grano fino (50 % o más de la masa seca pasa el tamiz de 75 μm (N° 200))

8.1 Un suelo se define como una arcilla inorgánica si la ubicación en el gráfico de la figura 1 cae sobre o arriba de la línea "A", el índice plástico es mayor que el 4 % y la presencia de materia orgánica no influye sobre el límite líquido, según lo especificado en 8.3 .

**Tabla 1
Sistema unificado de clasificación de suelos**

División principal		Requisitos suplementarios			Símbolo del Grupo	Nombre del suelo
		Fracción fina	Cu y Cc	Plasticidad		
Suelos de grano grueso	Grava	< 5 %	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	-	GW	Grava bien graduada
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	-	GP	Grava mal graduada
		5%-12 %	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	No plástico	GW-GM	Grava bien graduada con limo
			$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	Plástico	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	No plástico	GP-GM	Grava mal graduada con limo
		> 12 %	$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	Plástico	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla
			-	No plástico	GM	Grava limosa
	-	Plástico	GC	Grava arcillosa		
	Arena	< 5 %	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	-	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	-	SP	Arena mal graduada
		5%-12 %	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	No plástico	SW-SM	Arena bien graduada con limo
			$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	Plástico	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	No plástico	SP-SM	Arena mal graduada con limo
		> 12 %	$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	Plástico	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
-			No plástico	SM	Arena limosa	
-	Plástico	SC	Arena arcillosa			

Tabla 1 (final)

División principal		Requisitos suplementarios		Símbolo del Grupo	Nombre del suelo	
Suelos de grano fino	Arcilla y limo	LL	IP			
		< 50 %	IP > 7 y sobre o arriba de la línea "A"	CL	Arcilla poco plástica	
			IP < 4 o debajo de la línea "A"	ML	Limo	
			4 ≤ IP ≤ 7		CL-ML	Arcilla limosa
			IP ≥ 4 y sobre o arriba de la línea "A"	OL	Arcilla orgánica	
	IP < 4 o debajo de la línea "A"		Limo orgánico			
	≥ 50 %	IP sobre o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla muy plástica		
		IP debajo de la línea "A"	MH	Limo plástico		
		IP sobre o arriba de la línea "A"	OH	Arcilla orgánica		
		IP debajo de la línea "A"		Limo orgánico		
Suelos altamente orgánicos		Estos suelos están compuestos principalmente por materia orgánica, de color carmelita oscuro a negro y olor orgánico		Pt	Turba	

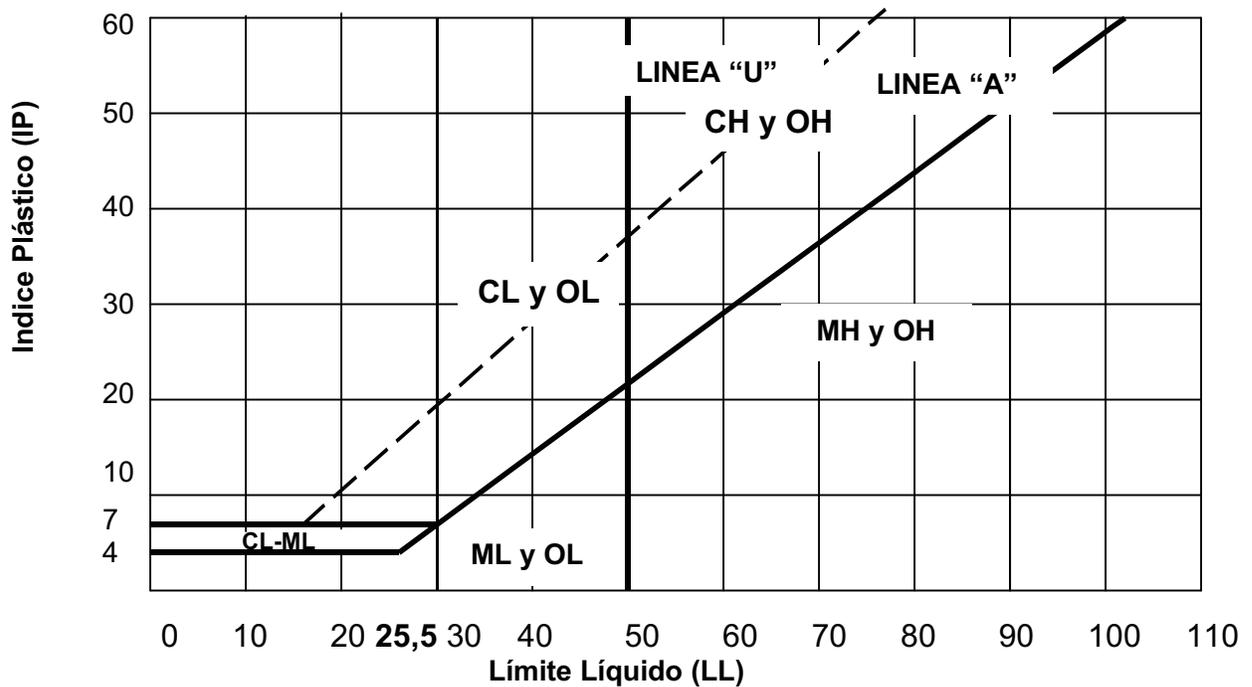


Figura 1 Carta de plasticidad para clasificar los suelos de grano fino

Ecuación de la línea “A”

$$IP = 0,73 (LL - 20) \text{ a partir del punto } LL = 25,5 \% \text{ e } IP = 4 \%$$

Ecuación de la línea “U”

$$IP = 0,90 (LL - 8) \text{ a partir del punto } LL = 16 \% \text{ e } IP = 7 \%$$

NOTA El límite líquido es determinado por vía húmeda según la NC 58:2000 antes de secar la muestra a $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. La valoración de la diferencia entre limo y arcilla, usando la línea “A”, como se muestra en la figura 1, se basa en experiencias limitadas y puede no reflejar correctamente el comportamiento ingenieril en algunos casos particulares. La línea “U” mostrada, determinada empíricamente, será aproximadamente el límite superior para los suelos naturales, cualquier resultado que caiga arriba de la misma se debe verificar.

8.2 Un suelo se define como un limo inorgánico cuando el índice plástico (IP) es menor que el 4 % y el límite líquido es menor que el 25,5 % o si se ubica debajo de la línea “A” en el gráfico de la figura 1 y la presencia de materia orgánica no influye sobre el límite líquido, según se especifica en 8.3 . En el grupo ML quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos, el polvo de roca, los depósitos eólicos tipo loes, así como las arcillas tipo caolín, derivadas de los feldespatos de roca granítica, en los que algunas características corresponden a limos inorgánicos. En el grupo MH se sitúan predominantemente los limos arcillosos.

8.3 Un suelo se define como un limo orgánico o arcilla orgánica cuando el límite líquido del material secado en la estufa a $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ es menor que el 75 % del límite líquido determinado con el material sin secar.

- El suelo clasifica como un limo orgánico, OL, si el índice plástico es menor que el 4 % o si su ubicación en el gráfico de la figura 1 cae debajo de la línea “A” y el límite líquido es menor que el 50 % .
- El suelo clasifica como una arcilla orgánica, OL, si el índice plástico es igual o mayor que el 4 % o si su ubicación en el gráfico de la figura 1 cae arriba o sobre la línea “A” y el límite líquido es menor que el 50 % .
- El suelo clasifica como limo orgánico, OH, si su ubicación en el gráfico de la figura 1 cae debajo de la línea “A” y el límite líquido es igual o mayor que el 50 % .
- El suelo clasifica como arcilla orgánica, OH, si su ubicación en el gráfico de la figura 1 cae arriba o sobre la línea “A” y el límite líquido es igual o mayor que el 50 % .

Tabla 2
Clasificación de los suelos inorgánicos de grano fino en función del contenido de la fracción gruesa (grava o arena)

División principal	Contenido de la fracción gruesa.			Símbolo del Grupo	Nombre del suelo	
	Grava (G) y Arena (S)					
Limo y arcilla LL<50 %	< 30 %	< 15 %	-	CL	Arcilla de baja plasticidad	
		15% - 29 %	$\% S \geq \% G$		Arcilla de baja plasticidad con arena	
			$\% S < \% G$		Arcilla de baja plasticidad con grava	
	$\geq 30 \%$	$\% S \geq \% G$	$G < 15 \%$		Arcilla de baja plasticidad arenosa	
			$G \geq 15 \%$		Arcilla de baja plasticidad arenosa con grava	
		$\% S < \% G$	$S < 15 \%$		Arcilla de baja plasticidad gravosa	
			$S \geq 15 \%$		Arcilla de baja plasticidad gravosa con arena	
			< 15 %		-	Arcilla limosa
			15 % - 29 %		$\% S \geq \% G$	$G < 15 \%$
	$\% S < \% G$	$G \geq 15 \%$		Arcilla limosa con grava		
		$S < 15 \%$		Arcilla limo arenosa		
	$\geq 30 \%$	$\% S \geq \% G$	$G < 15 \%$	Arcilla limo arenosa con grava		
			$G \geq 15 \%$	Arcilla limo arenosa con grava		
		$\% S < \% G$	$S < 15 \%$	Arcilla limo gravosa		
			$S \geq 15 \%$	Arcilla limo gravosa con arena		
			< 15 %	-	Limo	
			15 % - 29 %	$\% S \geq \% G$	$G < 15 \%$	Limo con arena
	$\% S < \% G$	$G \geq 15 \%$		Limo con grava		
$S < 15 \%$		Limo arenoso				
$\geq 30 \%$	$\% S \geq \% G$	$G < 15 \%$	Limo arenoso con grava			
		$G \geq 15 \%$	Limo arenoso con grava			
	$\% S < \% G$	$S < 15 \%$	Limo gravoso			
		$S \geq 15 \%$	Limo gravoso con arena			

Tabla 2 (final)

División principal	Contenido de la fracción gruesa.			Símbolo del Grupo	Nombre del suelo	
	Grava (G) y Arena (S)					
Limo y arcilla LL ≥ 50%	< 30 %	< 15 %	-	CH	Arcilla muy plástica	
		15% - 29 %	% S ≥ % G		Arcilla muy plástica con arena	
			% S < % G		Arcilla muy plástica con grava	
	≥ 30 %	% S ≥ % G	G < 15 %		Arcilla muy plástica arenosa	
			G ≥ 15 %		Arcilla muy plástica arenosa con grava	
		% S < % G	S < 15 %		Arcilla muy plástica gravosa	
			S ≥ 15 %		Arcilla muy plástica gravosa con arena	
	< 30 %	< 15 %	-		MH	Limo plástico
		15% - 29 %	% S ≥ % G			Limo plástico con arena.
			% S < % G			Limo plástico con grava.
	≥ 30 %	% S ≥ % G	G < 15 %			Limo plástico arenoso.
G ≥ 15 %			Limo plástico arenoso con grava.			
% S < % G		S < 15 %	Limo plástico gravoso..			
		S ≥ 15 %	Limo plástico gravoso con arena.			
Limo y arcilla Orgánico	$\frac{LL \text{ (secado en la estufa)}}{LL \text{ (no secado en la estufa)}} < 0,75$			OL/OH		Véase la tabla 3

8.4 Al nombre del grupo se le agregará la palabra “con arena “ o “con grava “ si la muestra ensayada contiene menos del 30 % de la fracción gruesa. La palabra “con arena” se le agregará cuando en dicho porcentaje el contenido de arena es igual o mayor que el 15 %, en caso contrario se le agrega la palabra “con grava”. Por ejemplo, arcilla de plasticidad baja con arena, CL; limo con grava, ML. Si el porcentaje de arena es igual al de grava se agregará la palabra “con arena”, véase la tabla 2 .

8.5 Al nombre del grupo se le agregará la palabra “arenoso “ o “gravoso “ si la muestra ensayada contiene el 30 % o más de la fracción gruesa. La palabra: “arenoso” se le agregará cuando en el 30 % o más de la fracción gruesa predomina la arena, y “gravoso” cuando predomine la grava. Por ejemplo, arcilla de baja plasticidad arenosa, CL, arcilla plástica gravosa, CH; limo arenoso, ML. Si el porcentaje de arena es igual al porcentaje de grava, se usa la palabra “arenoso “, véase la tabla 2.

Tabla 3
Clasificación de los suelos orgánicos de grano fino en función del contenido de la fracción gruesa (grava o arena)

División principal	Contenido de la fracción gruesa. Grava (G) y Arena (S).			Símbolo del Grupo	Nombre del suelo
Limo y arcilla orgánica	< 30 %	< 15 %	-	OL/OH	Arcilla orgánica
		15% - 29 %	% S ≥ % G		Arcilla orgánica con arena
			% S < % G		Arcilla orgánica con grava
	≥ 30 %	% S ≥ % G	G < 15 %		Arcilla orgánica arenosa
			G ≥ 15 %		Arcilla orgánica arenosa con grava
		% S < % G	S < 15 %		Arcilla orgánica gravosa
			S ≥ 15 %		Arcilla orgánica gravosa con arena
			-		Limo orgánico
	< 30 %	< 15 %	-		Limo orgánico con arena
		15% - 29 %	% S ≥ % G		Limo orgánico con grava
			% S < % G		Limo orgánico arenoso
	≥ 30 %	% S ≥ % G	G < 15 %		Limo orgánico arenoso con grava
			G ≥ 15 %		Limo orgánico gravoso
		% S < % G	S < 15 %		Limo orgánico gravoso con arena
S ≥ 15 %					

9 Procedimiento para la clasificación de suelos de grano grueso (más del 50 % se retiene en el tamiz de 75 µm (N° 200)) .

9.1 Un suelo clasifica como grava (G) si más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en el tamiz de 4,75 mm (N° 4).

9.2 Un suelo clasifica como arena (S) si la mitad o más de la fracción gruesa pasa el tamiz de 4,75 mm (N° 4).

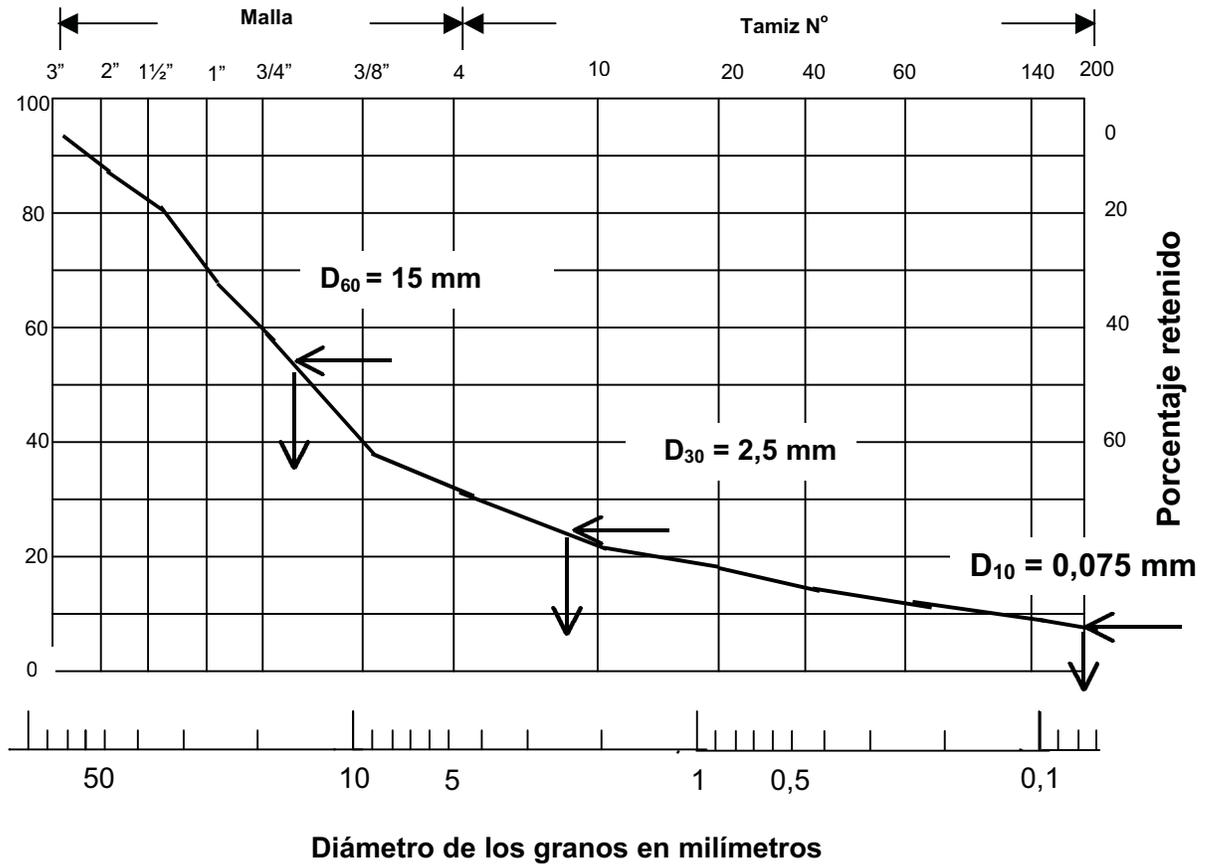
9.3 La curva de granulometría debe ser graficada (véase la figura 2), si el 12 % o menos de la muestra ensayada pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) y los coeficientes de uniformidad (Cu) y curvatura (Cc) se calculan por medio de las siguientes expresiones:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$$

donde:

D_{10} , D_{30} , D_{60} son los diámetros de las partículas correspondientes al 10 %, 30 % y 60 % del material que pasa respectivamente , según la curva granulométrica (véase la figura 2), en milímetros.

NOTA Cuando sea necesario, la curva granulométrica se puede extrapolar para obtener el diámetro D_{10} .



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{15}{0,075} = 200$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(2,5)^2}{0,075 \times 15} = 5,6$$

Figura 2—Gráfico para la representación granulométrica

9.4 Un suelo se clasifica como una grava bien graduada, GW, o una arena bien graduada, SW, si la muestra ensayada contiene menos del 5 % de la fracción fina y además el C_u es mayor o igual que 4 para el caso de las gravas y de 6 para el caso de las arenas, en tanto el coeficiente de curvatura es igual o mayor que 1 y menor o igual a 3, véase la tabla 1 .

NOTA La presencia de los suelos finos que pueden contener estos grupos de suelo no deben producir cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa, ni tampoco interferir su capacidad de drenaje. Los requisitos anteriores se garantizan en la práctica especificando que en estos grupos el contenido de partícula fina no sea mayor del 5 % en peso.

9.5 Un suelo se clasifica como una grava mal graduada, GP, o una arena mal graduada, SP, si la muestra ensayada contiene menos del 5 % de la fracción fina y no cumple los requisitos del coeficiente de uniformidad y curvatura especificados en el punto anterior, véase la tabla 1.

NOTA Dentro de estos grupos de suelo se encuentran las gravas uniformes, tales como las que se depositan en los lechos de los ríos, las arenas uniformes de médanos y playas, así como las mezclas de gravas y arenas finas provenientes de estratos diferentes obtenidos durante un proceso de excavación.

9.6 Un suelo se clasifica como grava limosa, GM, o arena limosa, SM, si la muestra ensayada contiene el 12 % o más de la fracción fina y es limosa, véase la tabla 1.

9.7 Un suelo se clasifica como grava arcillosa, GC, o arena arcillosa, SC, si la muestra ensayada contiene el 12 % ó más de la fracción fina y es arcillosa, véase la tabla 1.

9.8 Un suelo se clasifica como grava arcillo- limosa, GC-GM, o arena arcillo- limosa, SC-SM, si la muestra ensayada contiene el 12 % o más de la fracción fina y es arcilla limosa (CL- ML), es decir, se requiere que los límites de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz de 425 μm (N° 40) se localicen arriba o sobre la línea A y con índice de plasticidad entre 4 y 7. En la figura 1 el área se identifica como CL-ML. En estos grupos de suelo la presencia de fino afecta las características de resistencia, esfuerzo - deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa.

9.9 Un suelo se clasifica con símbolo doble, usando dos símbolo de grupo, si la muestra ensayada contiene entre 5 % y 12 % de la fracción fina. El primer símbolo corresponde a una grava o arena que contiene menos del 5 % de fracción fina (GW, GP, SW, SP) y el segundo símbolo corresponde a una grava o arena que contiene más del 12 % de la fracción fina (GC, GM, SC, SM). El nombre del grupo corresponde al símbolo del primer grupo y el símbolo del segundo grupo indica “con arcilla o con limo” en función de las características de la plasticidad de la fracción fina. Por ejemplo, un suelo que clasifica como GP- GC indica una grava mal graduada con arcilla o con arcilla y arena si el contenido de arena es mayor que el 15 %, véase la tabla 4 .

Tabla 4
Clasificación de los suelos de grano grueso

División principal		Requisitos suplementarios			Símbolo del grupo	Nombre del suelo
		Fracción fina	Grava (G) o arena (S)	Clasificación de la fracción fina		
Grava	< 5 %	S < 15 %	-	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3$	GW	Grava bien graduada
		S \geq 15 %				Grava bien graduada con arena
		S < 15 %	-	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3$	GP	Grava mal graduada
		S \geq 15 %				Grava mal graduada con arena
	5 – 12 %	S < 15 %	ML o MH	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3$	GW-GM	Grava bien graduada con limo
		S \geq 15 %				Grava bien graduada con limo y arena
		S < 15 %	CL, CH o CL-ML		GW-GC	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
		S \geq 15 %				Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa) y arena
		S < 15 %	ML o MH		GP-GM	Grava mal graduada con limo
		S \geq 15 %				Grava mal graduada con limo y arena
		S < 15 %	CL, CH o CL-ML		GP-GC	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
		S \geq 15 %				Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa) y arena
	> 12 %	S < 15 %	ML o MH	-	GM	Grava limosa
		S \geq 15 %				Grava limosa con arena
		S < 15 %	CL, CH o CL-ML		GC	Grava arcillosa (o arcilla limosa)
		S \geq 15 %				Grava arcillosa (o arcilla limosa) con arena
		S < 15 %	CL-ML		GC-GM	Grava arcillo limosa
		S \geq 15 %				Grava arcillo limosa con arena

Tabla 4 (final)

División principal	Requisitos suplementarios			Símbolo del Grupo	Nombre del suelo		
	Fracción fina Grava (G) o arena (S)	Clasificación de la fracción fina	Coefficiente de uniformidad y curvatura				
Arena	< 5 %	G < 15 %	-	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3$	SW	Arena bien graduada	
		G ≥ 15 %				Arena bien graduada con grava	
		G < 15 %	-	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3$	SP	Arena mal graduada	
		G ≥ 15 %				Arena mal graduada con grava	
	5 – 12 %	G < 15 %	ML o MH	$C_u \geq 6$ y/o $1 \leq C_c \leq 3$	SW-SM	Arena bien graduada con limo	
		G ≥ 15 %				Arena bien graduada con limo y grava	
		G < 15 %	CL, CH o CL-ML		SW-SC	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)	
		G ≥ 15 %				Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa) y grava	
		G < 15 %	ML o MH		$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3$	SP-SM	Arena mal graduada con limo
		G ≥ 15 %					Arena mal graduada con limo y grava
		G < 15 %	CL, CH o CL-ML			SP-SC	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
		G ≥ 15 %					Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa) y grava
	> 12 %	G < 15 %	ML o MH	-		SM	Arena limosa
		G ≥ 15 %					Arena limosa con grava
		G < 15 %	CL, CH o CL-ML			SC	Arena arcillosa
		G ≥ 15 %					Arena arcillosa con grava
		G < 15 %	CL-ML		SC-SM	Arena arcillo limosa	
		G ≥ 15 %				Arena arcillo limosa con grava	

9.10 Si la muestra de suelo está compuesta de forma predominante por grava o arena pero el 15 % o más de la fracción gruesa es arena o grava, al nombre del grupo se le agregará la palabra “con arena” o “con grava”. Por ejemplo, grava mal graduada con arena, arena arcillosa con grava, véase la tabla 4. Si la parte fina clasifica como una arcilla limosa, CL - ML, el símbolo del segundo grupo será GC o SC. Por ejemplo, una grava mal graduada (GP) con el 12 % de fino, un límite líquido de 25 % y un índice plástico de 5 se clasifica como una grava mal graduada con arcilla limosa (GP-GC).

10 Descripción

10.1 La Clasificación Geotécnica de los Suelos no se limita a ubicar al suelo dentro de uno de los grupos enumerados, sino que abarca además una descripción del mismo, tanto alterado como inalterado. Esta descripción juega un papel importante en la formación de un sano criterio técnico y resulta fundamental para manifestar características que escapan a la mecánica de las pruebas que se realizan.

10.2 La descripción debe incluir el nombre del grupo, símbolo, los resultados de los ensayos de laboratorio y los aspectos descriptivos.

- La distribución de los tamaños de las partículas se presenta en porcentajes de grava, arena y fino.
- La curva de distribución granulométrica debe ser presentada, si es usada en la clasificación del suelo.
- Los aspectos descriptivos deben ser incluidos de acuerdo al capítulo 10 de la NC 61:2000 ; y se le adicionan los que se presentan en el Anexo A.

10.3 Ejemplo de descripción de suelos:

- Grava arcillosa con arena y guijarros (GC): 46 % de grava subredondeada, dura, gruesa a fina; 30 % de arena subredondeada, dura, de gruesa a fina, 24 % de finos arcillosos, LL= 38 %, IP=19 %; débil reacción con HCL; la muestra original en el campo tenía 4 % de guijarros subredondeados, duros, máxima dimensión 150 mm .
- Condiciones in situ: firme, homogénea, seca y color carmelita.
- Origen geológico: aluvial.

En el Anexo B se presentan otros ejemplos de descripción de suelos.

Anexo A
(normativo)

Aspectos descriptivos

A.1 Densidad relativa y compacidad de las arenas finas. La densidad relativa y la compacidad pueden ser determinadas indirectamente por los ensayos de penetración estándar (SPT) y el cono de penetración (CPT) de acuerdo con la tabla A.1 .

Tabla A.1 Densidad relativa y compacidad

Compacidad	Densidad Relativa	SPT N₃₀	CPT q_c (Mpa)
Muy baja	Muy suelta	$N_{30} < 4$	$q_c < 2,5$
Baja	Suelta	$4 \leq N_{30} < 7$	$2,5 \leq q_c < 5,0$
Media	Media densa	$7 \leq N_{30} < 15$	$5,0 \leq q_c < 10,0$
Alta	Densa	$15 \leq N_{30} < 30$	$10,0 \leq q_c < 20,0$
Muy alta	Muy densa	$N_{30} \geq 30$	$q_c \geq 20,0$

A.2 Plasticidad. La fracción fina del suelo, representada por arcilla y limo, que puede estar sola o formar parte de los materiales gruesos, se identifica de acuerdo a sus características plásticas. Los términos usados para la clasificación se presentan en la tabla A 2.

Tabla A.2
Criterios para describir la plasticidad.

Plasticidad.	Rango del Límite Líquido (%)
Plasticidad baja	$LL < 35$
Plasticidad intermedia	$35 \leq LL < 50$
Plasticidad alta	$50 \leq LL < 70$
Plasticidad muy alta.	$70 \leq LL < 90$

A.3 Consistencia. Los criterios usados para la descripción de la consistencia de los suelos finos arcillosos remoldeados se presentan en la tabla A.3.

Tabla A.3
Criterios para describir la consistencia de los suelos arcillosos.

Consistencia	Índice de Consistencia
Muy blanda	$I_c < 0,25$
Blanda	$0,25 \leq I_c < 0,50$
Firme	$0,50 \leq I_c < 0,75$
Dura	$0,75 \leq I_c < 1$
Muy dura	$I_c \geq 1$

A.4 Resistencia cortante no drenada de los suelos arcillosos. Los criterios que deben ser usados para la designación de la resistencia cortante no drenada de acuerdo a los resultados del laboratorio son presentados en la tabla A.4.

Tabla A.4
Criterio para la designación de la resistencia cortante no drenada de los suelos arcillosos.

Resistencia	Resistencia cortante no drenada (kPa)
Muy blanda	$S_u < 20$
Blanda	$20 \leq S_u < 40$
Media	$40 \leq S_u < 75$
Dura	$75 \leq S_u < 150$
Muy dura	$S_u \geq 150$

Anexo B
(informativo)

Ejemplos de descripción usando la clasificación de suelos.

B.1 Grava bien graduada con arena (GW), 73 % de grava subangular, dura, de gruesa a fina; 23 % de arena subangular, dura, de gruesa a fina; 4 % de fino; $C_c = 2,7$, $C_u = 12,4$ (aluvial) .

B.2 Arena limosa con grava (SM), 61 % predominantemente de arena fina; 23 % de finos limosos, $LL = 33$, $IP = 6$; 16 % de grava subredondeada, dura y fina; no reacciona con el HCL; (la muestra del campo es más pequeña que la recomendada).

Condiciones in situ: Firme, estratificada, contiene lentes de limo de 2 cm a 5 cm de grosor, húmeda, color carmelita a gris; densidad in situ $17,8 \text{ kN/m}^3$ y contenido de humedad in situ igual a 9 % (deluvial).

B.3 Arcilla orgánica (OL) - 100 % de finos, LL (no secado) = 32, LL (secado en la estufa) igual a 21, IP (no secado) igual a 10; húmedo, carmelita oscuro, olor fétido, débil reacción con el HCL. (aluvial).

B.4 Arena limosa con finos orgánicos (SM) - 74 % de arena rojiza subangular, dura de gruesa a fina; 26 % de finos carmelita oscuro, orgánicos y limosos LL (no secado) = 37, LL (secado en la estufa) = 26, IP (no secado) = 6, húmeda, débil reacción con el HCL.

B.5 Grava mal graduada con limo, arena, guijarros y cantos rodados (GP -GM), 78 % de grava subredondeada dura de gruesa a fina; 16 % de arena subangular a subredondeada, dura, de gruesa a fina; 6 % de fino (estimado) limosa; húmeda, color carmelita, no reacciona con HCL; la muestra original en el campo tenía 7 % de guijarros subredondeados y 2 % de cantos subredondeados, duros, con dimensión máxima de 450 mm.

Anexo C
(informativo)

Uso de la clasificación de suelos como un sistema descriptivo para materiales, tales como los esquistos, conchas, escorias y otros.

C.1 Los nombres de grupos y símbolos que aparecen en esta norma se pueden usar como un sistema descriptivo para los materiales que se encuentran in situ, tales como esquistos, argilitas, areniscas y otros, que son transformados a suelos después de los procesos de trabajo de campo o de laboratorio (trituración, remojo, etc).

C.2 Cuando sea usado el sistema de clasificación en los materiales anteriormente señalados, el nombre y símbolo del grupo será puesto entre comillas.

C.3 Ejemplos de como puede ser incorporado el sistema de clasificación de suelos a un sistema de descripción para materiales que en su forma natural no son suelos.

- Pedazos de esquistos - Recuperado en fragmentos de 5 cm a 10 cm producto de la perforación de una cala con barrena, secos, carmelitas, no reaccionan con el HCL. Después de los procesos de laboratorio por remojo en agua durante 24 horas, el material clasifica como "arcilla arenosa (CL)", 61 % de fino arcilloso, LL = 37, IP = 16; 33 % de arena media a fina; 6 % de fragmentos de esquistos del tamaño de grava.
- Arenisca triturada. Producto de la trituración comercial "arena mal graduada con limo (SP -SM)", 91 % de arena media o fina , 9 % de fino limoso (estimado) ; seco, carmelita rojizo, fuerte reacción con el HCL .
- Conchas partidas. 62 % de conchas partidas del tamaño de grava; 31 % de arena y pedazos de conchas del tamaño de la arena; 7 % de fino, clasifica como "grava mal graduada con arena (GP)".
- Roca triturada - grava procesada y canto rodado de la cala N° 7 : " Grava mal graduada (GP) ", 89 % de partículas angulares del tamaño de la grava, dura y fina; 11 % de partículas angulares del tamaño de la arena, color canela, no reacciona con el HCL; Cc = 2,4 y Cu = 0,9.

Anexo D
(informativo)

Bibliografía

- ASTM D 24 87- 98 Test Method for Clasificación of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 24 88 –93 Practice for Description and Identification of Soils Visual Manual Procedure
- BSCS 59 30 –81 Clasificación británica de los suelos con fines ingeniero-geológico
- DIN 18 196 Clasificación de los suelos con fines ingeniero-geológicos y métodos para la identificación de los grupos de suelos
- CSN 721 001 Designación y descripción de las rocas y suelos en la Ingeniería Geológica .
- ISO / DIS 14688 Geotecnia en Ingeniería Civil - Identificación y Clasificación de los suelos.
- ISO / DIS 14689 Geotecnia en Ingeniería Civil - Identificación y Descripción de roca.

Alfonso Rico, Hermilo del Castillo. La Ingeniería de los Suelos en las vías Terrestres. Volumen 1. Editorial Limusa, México 1976.

Juárez Badillo, Eulalio Río. Mecánica de suelos. Tomo 1. Cuba. La Habana. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro.

Sowers, George B, Sowers George F. Introducción a la Mecánica de suelos y cimentaciones. Segunda Edición La Habana Cuba. Editorial Pueblo y Educación. Instituto del Libro, 1975.

Jeuffroy G. Proyecto y Construcción de Carreteras. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1977.

Organización Internacional de Aviación Civil. Manual de Diseño de Aeropuerto. Parte 3: Pavimentos. Primera Edición, 1977.

Comisión de Mapas Ingeniero-geológicos de La Asociación Internacional de Ingeniería Geológica.

“ Descripción y Clasificación de suelos y rocas para el mapeo Ingeniero-geológico.”