
NORMA CUBANA

NC

1092: 2015

**CALIDAD DEL SUELO — DETERMINACIÓN DE LA MICRO
ESTRUCTURA**

Soil quality — Determination of micro structure

ICS: 13.080.20

1. Edición Junio 2015
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261, El Vedado, La Habana. Cuba.
Teléfono: 7830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC 1092: 2015

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Órgano 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 evidencia de consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 3 de Gestión Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	Ministerio de Industrias
Ministerio de la Agricultura	Ministerio del Interior
Agencia de Medio Ambiente	Ministerio de Salud Pública
Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental	Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas
Instituto de Suelos	Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología
Centro de Inspección y Control Ambiental	Instituto de Meteorología
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ministerio de la Construcción
Centro de Gestión y Desarrollo de la Calidad	Ministerio del Turismo
Instituto de Planificación Física	CUPET
Ministerio de la Industria Alimentaria	Oficina Nacional de Normalización
Ministerio de la Agricultura	
Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias	

- Esta edición incluye al principio del método, actualiza los términos y definiciones, las referencias normativas, el sistema de unidades y el formato normativo.

© NC, 2015

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

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

CALIDAD DEL SUELO — DETERMINACIÓN DE LA MICRO ESTRUCTURA

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica el método analítico Katchinski para determinar la distribución de las fracciones micro agregadas de los suelos, independientemente de su composición química y mineralógica.

2 Referencias normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas, se toma en cuenta la última edición del documento de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

- NC-ISO 11464 Calidad de suelo. Pre - tratamiento de muestras para análisis físicos y químicos.
- ISO 11508 Calidad del suelo. Determinación de la densidad de las partículas. (En proceso de adopción)
- NC 110 Calidad del suelo. Determinación de la humedad.
- ISO 11077 Calidad del suelo. Determinación del tamaño de las partículas en el suelos minerales. Método del tamizado y sedimentación. (En proceso de adopción)

3 Términos y definiciones

A los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1 Composición granulométrica

proporción de las partículas elementales del suelo. Es decir: Arcilla, limo, arena y gravas.

3.2 Micro estructura

agrupamiento por tamaño en que se presentan los micro agregados del suelo.

3.3 Humedad higroscópica

relación entre la masa de agua y la masa de suelo seco, en una muestra. Se expresa en %.

3.4 Densidad de la fase sólida del suelo

relación entre la masa de la parte sólida del suelo y el volumen que ésta ocupa.

4 Principio

El método se basa en la aplicación de la ley de Stockes. Se fundamenta en separar los diferentes tamaños de micro agregados del suelo mediante agitación y sedimentación, con el pipeteo diferenciado de la suspensión del suelo en diferentes tiempos y profundidades, medidos a partir de la agitación vertical en la probeta.

5 Equipos y utensilios

- Pesa filtro de aluminio o cápsulas Petri pequeñas
- Mortero de porcelana
- Cápsula de porcelana de aproximadamente 150 mL.
- Frascos lavadores de 500 mL
- Equipo Pipeta de Robinson
- Espátula
- Probetas de 1000 mL
- Tamices de 0,2 mm
- Vidrios de reloj de 20 cm de diámetro
- Agitadores manuales (especial)
- Embudo de 12 cm de diámetro
- Estufa
- Baño de arena o plancha de calor
- Balanza analítica
- Desecadora grande
- Desecadora mediana
- Agitador horizontal o Zaranda
- Frascos plásticos de 500 mL con tapas

6 Materiales

Sustancias secantes (Cloruro de calcio anhidro (CaCl_2) o Ácido Sulfúrico Concentrado (H_2SO_4).

7 Procedimiento

Pesar por duplicado 10 g de muestras de suelos pre tratadas y pasadas por tamiz de 1 mm de diámetro, según NC-ISO 11464 en balanza analítica y verter en un frasco plástico de 500 mL, que previamente tengan determinado la densidad de las partículas (ISO 11508) y la humedad higroscópica (NC 110:2011).

Añadir aproximadamente 150 mL de agua destilada, agitar cada cierto tiempo y dejar en reposo durante 12 h para su humedecimiento. Tapar los frascos y agitar en posición horizontal durante 1 h con una regulación de 180 golpes/minutos, utilizando zaranda o agitador horizontal (dispersión por agitación). Pasar la muestra a la probeta de 1 000 mL a través de un tamiz de 0,25 mm de diámetro, el que descansa sobre un embudo. Lavar bien el contenido del tamiz con agua destilada.

Separar los primeros micro agregados > 0,25 mm de diámetro. Pasar a un pesafiltro de aluminio de peso conocido, secar en la plancha de calor, después en estufa a 105 °C durante 6 h u 8 h para la desecación de la muestra. Enrasar el contenido de la probeta a 1 000 mL (suspensión) con agua destilada.

Ubicar las probetas en orden descendente del valor de la densidad de la fase sólida, dejar reposar hasta alcanzar la temperatura del cuarto. Proceder a la toma de las diferentes fracciones utilizando la pipeta Robinson (NC-ISO 11077). Buscar en la Tabla 1, el tiempo en el cual se toma la muestra con la pipeta teniendo en cuenta la densidad de la fase sólida, la temperatura del cuarto y la fracción que se desea determinar. Medir el tiempo a partir del momento que se termina de agitar la muestra de forma vertical, durante un minuto. Después de cada agitación lavar el agitador vertical con agua destilada.

Tabla 1_ Tiempo (h, min, s) y profundidad del pipeteo (cm) de la suspensión en dependencia de la Densidad de la fase sólida del suelo ($Mg.m^{-3}$) y la Temperatura ($^{\circ}C$).

Densidad de la fase sólida ($Mg.m^{-3}$)	2,4			2,5			2,65		
	Tamaño partículas (mm)	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01
Profundidad de pipeteo (cm)	15	10	7	15	10	7	15	10	7
Temperatura ($^{\circ}C$)	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s
15	0:09:21	0:24:54	7:16:56	0:08:42	0:23:14	6:46:30	0:07:55	0:21:08	6:09:43
16	0:09:07	0:24:17	7:05:47	0:08:30	0:22:38	6:36:49	0:07:43	0:20:35	6:00:16
17	0:08:51	0:23:38	6:53:42	0:08:16	0:22:04	6:26:18	0:07:32	0:20:04	5:51:10
18	0:08:39	0:23:03	6:43:41	0:08:05	0:21:31	6:17:33	0:07:20	0:19:34	5:12:34
19	0:08:26	0:22:31	6:34:08	0:07:53	0:20:59	6:08:02	0:07:09	0:19:15	5:34:01
20	0:08:13	0:21:55	6:23:46	0:07:41	0:20:28	5:58:58	0:06:59	0:18:38	5:25:58
21	0:08:02	0:21:25	6:15:08	0:07:30	0:19:59	5:50:21	0:06:49	0:18:11	5:18:09
22	0:07:50	0:20:54	6:05:43	0:07:19	0:19:30	5:42:07	0:06:39	0:17:45	5:10:41
23	0:07:40	0:20:25	5:57:52	0:07:09	0:19:02	5:34:17	0:06:30	0:17:20	5:03:27
24	0:07:29	0:19:56	5:49:18	0:06:58	0:18:37	5:25:53	0:06:21	0:16:56	4:56:29
25	0:07:18	0:19:29	5:04:17	0:06:49	0:18:10	5:18:45	0:06:11	0:16:33	4:47:48
26	0:07:08	0:19:09	5:33:20	0:06:43	0:17:55	5:11:06	0:06:04	0:16:11	4:43:23
27	0:06:58	0:18:43	5:25:53	0:06:31	0:17:32	5:04:36	0:05:56	0:15:50	4:37:55
28	0:06:49	0:18:18	5:17:02	0:06:22	0:17:00	4:57:37	0:05:49	0:15:29	4:31:08
29	0:06:41	0:17:49	5:11:41	0:06:15	0:16:40	4:51:46	0:05:41	0:15:10	4:25:18
30	0:06:32	0:17:27	5:05:02	0:06:06	0:16:00	4:45:14	0:05:33	0:15:00	4:19:42

Tabla 1_ continuación

Densidad de la fase sólida (Mg.m ⁻³)	2,7			2,8			2,9		
Tamaño partículas (mm)	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01	0,002
Profundidad de pipeteo (cm)	15	10	7	15	10	7	15	10	7
Temperatura (°C)	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s
15	0:07:41	0:20:30	5:58:58	0:07:16	0:19:22	5:39:08	00:06:53	00:18:31	5:21:23
16	0:07:30	0:19:59	5:50:21	0:07:04	0:18:52	5:30:30	00:06:42	00:17:52	5:12:46
17	0:07:18	0:19:36	5:41:07	0:06:54	0:18:23	5:22:17	00:06:32	00:17:32	5:05:24
18	0:07:07	0:19:09	5:32:23	0:06:44	0:18:06	5:14:27	00:06:22	00:17:06	4:57:37
19	0:06:56	0:18:31	5:24:04	0:06:33	0:17:10	5:06:12	00:06:13	00:16:40	4:50:12
20	0:06:46	0:18:06	5:16:10	0:06:24	0:16:40	4:59:08	00:06:04	00:16:10	4:43:10
21	0:06:36	0:17:42	5:08:38	0:06:15	0:16:20	4:51:40	00:05:55	00:15:52	4:36:27
22	0:06:27	0:17:21	5:01:27	0:06:05	0:16:01	4:44:33	00:05:47	00:15:25	4:30:03
23	0:06:18	0:16:50	4:54:36	0:05:57	0:15:34	4:38:26	00:05:38	00:15:09	4:23:21
24	0:06:09	0:16:30	4:47:21	0:05:49	0:15:17	4:31:57	00:05:31	00:14:44	4:17:32
25	0:06:01	0:16:10	4:41:07	0:05:41	0:15:29	4:25:43	00:05:23	00:14:22	4:11:26
26	0:05:53	0:15:43	4:35:04	0:05:34	0:14:14	4:19:30	00:05:16	00:14:07	4:07:06
27	0:05:45	0:15:25	4:21:49	0:05:26	0:14:53	4:13:37	00:05:16	00:14:46	4:00:32
28	0:05:37	0:15:00	4:22:45	0:05:09	0:13:39	4:08:13	00:05:02	00:13:26	3:55:12
29	0:05:30	0:14:44	4:16:58	0:05:12	0:13:29	4:03:03	00:04:55	00:13:13	3:50:06
30	0:05:23	0:14:22	4:11:26	0:05:05	0:13:29	3:57:30	00:04:49	00:12:55	3:45:13
Densidad de la fase sólida (Mg.m ⁻³)	3,0			3,1			3,2		
Tamaño partículas (mm)	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01	0,002	0,02	0,01	0,002
Profundidad de pipeteo (cm)	15	10	7	15	10	7	15	10	7
Temperatura (°C)	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s	h:min:s
15	00:06:32	0:17:32	5:02:24	0:06:14	0:16:40	4:50:56	0:05:50	0:15:52	4:37:46
16	00:06:22	0:17:00	4:57:37	0:06:04	0:16:10	4:41:40	0:05:48	0:15:34	4:30:41
17	00:06:13	0:16:40	4:50:12	0:05:55	0:15:52	4:36:27	0:05:38	0:15:09	4:23:21
18	00:06:03	0:16:10	4:42:29	0:05:46	0:15:25	4:29:26	0:05:30	0:14:44	4:16:58
19	00:05:54	0:15:52	4:35:48	0:05:37	0:15:00	4:16:24	0:05:22	0:14:22	4:10:53
20	00:05:45	0:15:25	4:28:29	0:05:29	0:14:44	4:06:49	0:05:14	0:14:00	4:04:35
21	00:05:37	0:15:00	4:22:45	0:05:21	0:14:14	4:09:49	0:05:06	0:13:39	3:58:34
22	00:05:29	0:14:44	4:16:24	0:05:13	0:14:00	4:04:04	0:04:59	0:13:20	3:52:52
23	00:05:21	0:14:22	4:10:21	0:05:06	0:13:39	3:58:34	0:04:54	0:13:01	3:47:25
24	00:05:14	0:14:00	4:04:35	0:04:59	0:13:20	3:52:52	0:04:45	0:12:43	3:42:13
25	00:05:07	13:13:39	3:59:04	0:04:52	0:13:01	3:31:47	0:04:39	0:12:26	3:37:15
26	00:05:00	0:13:26	3:53:48				0:04:11	0:11:59	3:29:50
27	00:04:53	0:13:07	3:48:19						
28	00:04:47	0:12:49	3:43:29						
29	00:04:40	0:12:31	3:38:28						
30	00:04:35	0:12:15	3:34:04						

Tomar con pipeta 20 mL ó 25 mL de la suspensión de suelo a diferentes profundidades de la probeta (cm) y en el tiempo correspondiente de las fracciones de diámetro 0,02 mm, 0,01 mm y 0,002 mm.

Verter en pesafiltros de aluminio de peso conocido previamente, secar en plancha de calor y en estufa a 105 °C durante 6 horas u 8 horas para completar la desecación. Extraer los pesafiltros de la estufa con pinza de calor. Ubicar éstos cuidadosamente en la desecadora, la cual posee en el fondo una cantidad de cloruro de calcio u otra sustancia secante. Cerrar y dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Pesar los pesafiltros con muestras en balanza analítica.

Anotar en el Registro que se presenta en la Tabla 2 para realizar el cálculo correspondiente.

Tabla 2__ Hoja de cálculo de las diferentes fracciones.

Análisis de Micro estructura															
Fecha :										Hoja No.					
No. Muestra:					Profundidad de la muestra de suelos (m):										
No. de análisis:					Lugar:										
(1) % humedad					(2) masa de suelo seco al aire (g)										
(3) masa de suelo desecado en la estufa							(4) factor :								
Diámetro de fracciones (mm)		2,0 a 0,2		0,02		0,01		0,005		0,002		< 0,001			
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Temperatura de la suspensión															
No. pesa filtro															
(5) tara del pesa filtro + muestra (g)															
(6) tara del pesa filtro (g)															
(7) masa de las fracciones (g) = (5-6)															
Identificación		(8)		(9)		(10)		(11)		(12)		(13)			
Masa y % de las distintas fracciones															
Diámetros (mm)		2,0 a 0,2		0,2 a 0,02		0,02 a 0,01		0,01 a 0,005		0,005 a 0,002		0,002 a 0,001		< 0,001	
Cálculos		(7)		(xx)		(9 -10)		(10 -11)		(11-12)		(12 -13)		(13)	
Masa (g)															
I															
II															
Porcentaje (%)															
I															
II															
Promedio															
Masa (g)															
Porcentaje (%)															
Analista :							Jefe del Departamento:								

8 Cálculos

8.1 Determinar la masa de suelo absolutamente seco de la muestra (PSS) por la Ecuación 1:

$$PSS = 1000 / (100 + W) \quad (1)$$

donde:

PSS es la masa del suelo absolutamente seco.

W es la humedad higroscópica de la muestra

1 000 es un factor de cálculo (100 x 10)

100 es para convertir los resultados en porcentaje

10 es la masa de la muestra en gramos (g)

8.2 Determinar el factor de cada muestra (f) por la Ecuación 2:

$$f = (V_p / V_{pip}) / PSS \quad (2)$$

donde:

f es el factor de la muestra

V_p es el volumen de la probeta

V_{pip} es el volumen de la pipeta

PSS es la masa del suelo absolutamente seco

8.3 Calcular la fracción de los microagregados con diámetro de 2,0 mm a 0,2 mm por la Ecuación 3:

$$\% \text{ de la fracción} = (P_1 - P_2) / PSS * 100 \quad (3)$$

donde:

P₁ es la masa de la muestra en el pesafiltro en gramos (g)

P₂ es la tara del pesafiltro vacío en gramos (g)

PSS es la masa del suelo seco en gramos (g)

100 es para convertir los resultados en porcentaje

8.4 Calcular la fracción 0,02 mm tomada con pipeta según la Ecuación 4.

$$0,02 \text{ mm} = (P_3 - P_4) * f * 100 \quad (4)$$

donde:

P₃ es la masa de la muestra de 0,02 mm en gramos (g)

P₄ es la masa de la muestra de 0,01 mm en gramos (g)

f es el factor de la muestra

100 es para convertir los resultados en porcentaje

8.5 Calcular la fracción 0,01 mm tomada con pipeta según la Ecuación 5:

$$0,01\text{mm} = (P_5 - P_6) * f * 100 \quad (5)$$

donde:

P_5 es la masa de la muestra de 0,01 mm en gramos (g)

P_6 es la masa de la muestra de 0,002 mm en gramos (g)

f es el factor de la muestra

100 es para convertir los resultados en porcentaje

8.6 Calcular la fracción 0,002 mm tomada con pipeta según la Ecuación 6:

$$0,002 \text{ mm} = P_7 * f * 100 \quad (6)$$

donde:

P_7 es la masa de la muestra de 0,002 mm en gramos (g)

f es el factor de la muestra

100 es para convertir los resultados en porcentaje

NOTA 1 La masa de la muestra se determina restando a la tara del pesafiltro con muestra, la tara del pesafiltro.

8.7 Calcular la fracción 0,2 mm a 0,02 mm por diferencia mediante la Ecuación 7:

$$0,2 \text{ mm a } 0,02 \text{ mm} = 100 - ((3) + (4) + (5) + (6)) \quad (7)$$

donde:

(3) es el resultado de la fracción 2,0 mm a 0,2 mm obtenido mediante la Ecuación 3 en porcentaje.

(4) es el resultado de la fracción 0,02 mm obtenido mediante la Ecuación 4 en porcentaje.

(5) es el resultado de la fracción 0,01 mm obtenido mediante la Ecuación 5 en porcentaje.

(6) es el resultado de la fracción 0,002 mm obtenido mediante la Ecuación 6 en porcentaje.

Reportar los resultados en el Modelo que se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3_ Presentación de los resultados obtenidos por muestra de suelos

Resultados del análisis de la Micro estructura											
No. perfil	No. muestra	% humedad	Densidad de la fase sólida (Mg.m ⁻³)	% de las fracciones en m m							
				2,0 a 0,2	0,2 a 0,05	0,05 a 0,02	0,02 a 0,01	0,01 a 0,005	0,005 a 0,002	0,002 a 0,001	<0,001

9 Repetibilidad

Se acepta el 5 % de variación entre las réplicas de cada muestra.

10 Informe del ensayo

Este informe deber contener:

- Información del depósito en que quedarán resguardados los resultados originales obtenidos por el laboratorio.
- Información necesaria para la identificación de la muestra siguiendo los requerimientos de los principios del buen control de la calidad.
- Fechas de recepción de la muestra y de emisión del resultado.
- Técnico analista que realizó las determinaciones.
- Citas que hacen referencia a esta norma.
- Cualquier detalle no especificado en esta Norma que resultan opcionales, así como cualquier factor que pueda haber afectado los resultados.

Bibliografía

- [1] Allen, T: Particle size measurement (4ta Edición) Chapman and Hall. London. 1990.
- [2] Ministerio de la Agricultura. Dirección General de Suelos y Fertilizantes: Manual de interpretación de los índices Físico – Químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Editorial Científico – Técnica. Ciudad de La Habana, 136 pp.1984.
- [3] Pena V. J. y Suárez D. O. Técnica sobre Física de Suelos. Material. Dirección de suelos y Fertilizantes, La Habana 1977.
- [4] Klimes S. A., Suárez D. O. y Pena V. J. Resúmenes Investigativos “Física de Suelos”, Dirección General de Suelos y Fertilizantes, La Habana 1968.