

Red Argentina Protierra 2020

PROTOCOLO DE ENSAYOS DE CAMPO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

PRESENTACIÓN

Este trabajo pretende reunir en un documento único los métodos de ensayo de campo para la identificación de los distintos tipos de suelo. Para la confección del mismo se ha empleado como referencia fundamental el libro “Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra. Prácticas de campo” publicado por la Red Iberoamericana PROTERRA (2009), como así también experiencias personales de trabajo en campo.

Comisión de Materiales, Sistemas Constructivos y Ensayos de Laboratorio.

Participaron en la redacción de este documento

Bertrand Pahaut

Cecilia Brizuela Barros

Federico Videla

Guadalupe Cuitiño

Laura Bellmann

Lucas Peisino

Luis Canavesi

Mariano Matar Arturo

María Dolores Aramburu

Nahuel Castaño Llugard

Pablo Costamagna

Santiago Cabrera

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Muestreo	4
1.2 Identificación de las muestras de tierra	4
2. ENSAYOS TACTO - VISUALES	5
2.1 Caracterización por tamaño de partículas	5
2.2 Caracterización por color	6
2.3 Caracterización por brillo. Ensayo de corte	6
2.4 Caracterización por tacto	6
2.5 Caracterización por olor	6
2.6 Prueba de mordedura	6
2.7 Prueba de lavado de manos	6
2.8 Identificación del tipo de tierra por criterios tacto-visuales	6
3. ENSAYO DE CAÍDA DE LA BOLA	8
4. ENSAYO DEL FRASCO	9
5. ENSAYO DEL CORDÓN	11
6. ENSAYO DE LA CINTA	12
7. ENSAYO DE EXUDACIÓN	13
8. ENSAYO DE LA RESISTENCIA SECA	14
9. ENSAYO DE ROLLO	15
10. IDENTIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	16
ANEXOS I: PLANILLA DE IDENTIFICACIÓN	18

1. INTRODUCCIÓN

Es posible determinar empíricamente el tipo y composición de un suelo que se usará para construir con tierra. A continuación, se describen las pruebas recomendadas por las normas.

1.1 MUESTREO

Para la preparación de las muestras se debe recoger, de distintos puntos del terreno, una cantidad aproximada de 30 kg en total de la tierra que pretende usarse para la construcción. Se mezclan estas porciones formando una muestra homogénea.

Luego, con esta tierra homogeneizada, se preparan las diferentes muestras por cuarteo, como se indica a continuación:

- Formar un cono y dividirlo en cuatro partes iguales
- Juntar dos partes opuestas en una misma mezcla y descartar dos
- Repetir la operación hasta juntar la cantidad necesaria para cada ensayo

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE TIERRA

Es importante hacer un esbozo de los lugares de los cuales se obtuvieron las muestras, registrar en una planilla los resultados de los ensayos realizados y la evaluación de los resultados. En este registro se deberá informar la fecha de toma de la muestra, el lugar de extracción de la misma y su identificación, como así también los responsables del muestreo y realización de los ensayos. En el Anexo I se presenta un ejemplo de planilla para el registro y evaluación de los ensayos realizados.

2. ENSAYOS TACTO - VISUALES

La apariencia puede revelar algunos datos muy importantes sobre el tipo y las características de la tierra.

2.1 CARACTERIZACIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS

La tierra puede ser clasificada preliminarmente a través del siguiente procedimiento:

- Esparcir la muestra de tierra seca en una fina capa sobre una superficie plana y horizontal
- con las manos, separar las partículas visibles a simple vista

Estas corresponden a grava y arena; las restantes, consideradas como material fino, corresponden al limo y arcilla (ver Figura 1).



Figura 1: Aspectos de las partículas que componen la tierra después del tamizado.

Se determina así que:

- Si la cantidad de limo y arcilla es mayor que la de arena y grava, la tierra es clasificada como limosa o arcillosa
- Al contrario, la tierra es arenosa

Para precisar si la tierra arenosa es apropiada para la construcción, tomar un pequeño puñado de la muestra entera (no únicamente la parte de arena y grava), humedecer sin colocar mucha agua, y apretar formando una bola. Dejar secar al sol. Si la bola se desintegra al secar, la tierra no es apropiada, a menos que ella sea mezclada con otros materiales de mayor finura.

2.2 CARACTERIZACIÓN POR COLOR

- Los colores claros y brillantes son característicos de suelos inorgánicos
- Los colores café oscuro, verde oliva o negro son características de suelos orgánicos

2.3 CARACTERIZACIÓN POR BRILLO. ENSAYO DE CORTE

Una muestra húmeda de tierra se moldea en forma de bola y se corta con un cuchillo. Si la superficie cortada es brillante significa que la mezcla tiene alto contenido de arcilla, si la superficie es opaca indica un alto contenido de limo.

Si la muestra es muy arenosa, no será posible generar una cara de corte lisa, ya que esta se desgranará.

2.4 CARACTERIZACIÓN POR TACTO

Pueden identificarse los tipos de partículas presentes por su textura frotando entre los dedos una porción de la tierra seca identificando la sensación sobre éstos:

- La arena raspa
- El limo cubre los dedos con partículas suaves, como si fuera un talco

Para verificar la presencia de arcilla, humedecer una porción de la tierra y moldear una bola; cuanto más arcilla presente, más fácil será conformar la bola.

2.5 CARACTERIZACIÓN POR OLOR

La tierra pura es inodora. Se debe oler inmediatamente después de la remoción. Si contiene materia orgánica en descomposición tiene olor a humedad que se amplifica si se moja o calienta. Un buen suelo no debe contener materia orgánica (a menos que vaya a ser estabilizado con cal) y, por ende, debe ser inodora.

2.6 PRUEBA DE MORDEDURA

Morder suavemente una muestra de tierra húmeda. Las tierras arenosas rechinan entre los dientes y producen una sensación desagradable. Las tierras limosas se pueden moler entre los dientes sin dar sensación desagradable. Las tierras arcillosas, por otro lado, dan una sensación pegajosa, suave o harinosa.

2.7 PRUEBA DE LAVADO DE MANOS

Una muestra de tierra húmeda se frota entre las manos. Si las partículas se sienten claramente indica que la tierra es arenosa, mientras que si la muestra es pegajosa pero las manos pueden limpiarse al frotarlas cuando secan, esto indica que es tierra limosa. Si la muestra es pegajosa haciendo necesaria el uso del agua para lavarlas, esto indica que la tierra es arcillosa.

2.8 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE TIERRA POR CRITERIOS TACTO-VISUALES

En la Tabla 1 se indican las características tacto- visuales de los diferentes tipos de tierra. La clasificación es consecuencia de la cantidad de cada componente presente en la muestra de tierra, cuya primera designación corresponde siempre al componente de mayor abundancia.

CLASIFICACIÓN	TEXTURA Y APARIENCIA DEL SUELO
Arena	Textura granular. Se puede visualizar el tamaño de los granos. Fluye libremente si está seca.
Tierra arenosa	Textura granular, pero con suficiente limo y arcilla para observar su cohesión al humedecerla. Predominan las características de la arena.
Tierra limosa	Textura fina. Contiene una cantidad moderada de arena fina y una pequeña cantidad de arcilla. Ensucia los dedos como talco. En estado seco tiene una apariencia compacta, pero se pulveriza con facilidad.
Tierra arcillosa	Textura fina. Cuando está seca, se fractura en pedazos resistentes; en estado húmedo, es plástica y se adhiere a los dedos. Es difícil de pulverizar.
Tierra orgánica	Textura esponjosa. Olor característico de materia orgánica que es más acentuado al humedecer o calentar.

Tabla 1. Identificación de la tierra por inspección táctil visual.

3. ENSAYO DE CAÍDA DE LA BOLA

Para realizar este ensayo se debe tomar una porción de tierra en estado seco, humedecerla y hacer una bola de aproximadamente de 3cm; luego dejar caer la bola desde una altura de 1 m.

Según la forma en que se esparce la tierra al romper, esta puede ser identificada:

- Si se esparcen disgregándose estamos en presencia de una tierra arenosa
- Si casi no se esparcen y se presencia cohesión estamos en presencia de una tierra arcillosa



Figura 2: Aspectos de esparcimiento, en función del tipo de tierra

4. ENSAYO DEL FRASCO

Este ensayo permite conocer en el campo el tipo de suelo a partir de su distribución granulométrica y consiste en:

- Colocar una porción de tierra, seca y desmenuzada, en un frasco de vidrio cilíndrico, liso y transparente, hasta cerca de 1/3 de su altura
- Agregar agua hasta 2/3 de la altura del frasco, colocar un poco de sal (la sal ayuda a separar las partículas de arcilla, no utilizar en demasía porque puede actuar de forma contraria)
- Tapar el frasco y agitar vigorosamente la mezcla para que haga la dispersión del suelo en el agua
- Dejar en reposo por 1 hora y, enseguida, volver a agitar
- Colocar el frasco en reposo sobre una superficie horizontal

Cada uno de los componentes de la tierra decanta en tiempos diferentes, formando distintas capas que se puede visualizar. La grava y la arena decantan primero, por ser las partículas más pesadas, seguido del limo y por último la arcilla. Si el suelo contiene materia orgánica, ésta flota en la superficie del agua. Finalmente, cuando el agua esté limpia, medir la altura de las distintas capas.

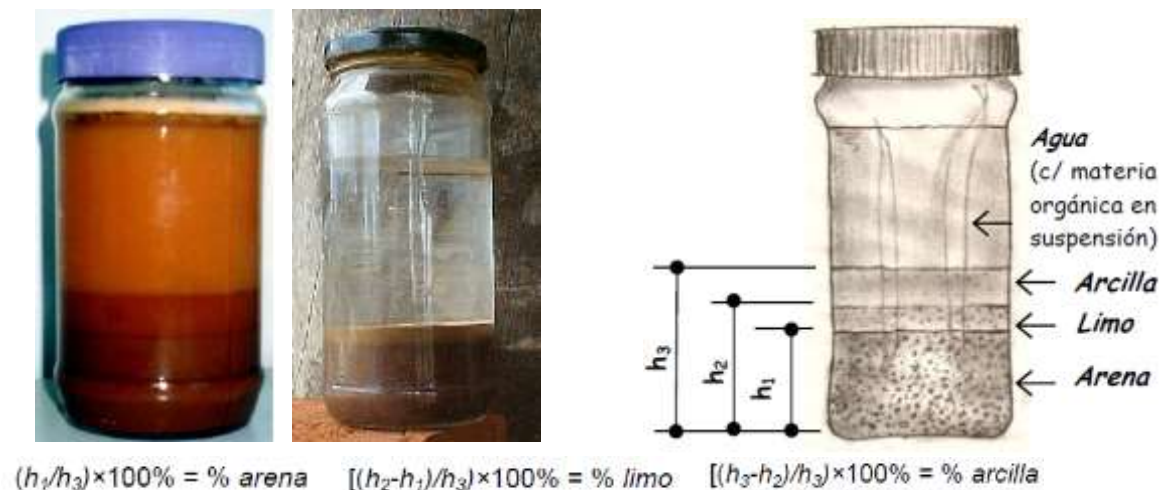


Figura 3: Ensayo del frasco

Con los resultados obtenidos se puede confirmar la clasificación realizada por medio de los ensayos táctil y visual e identificar si son aptas para la elaboración de bloques (adobe o BTC) o muros de tapia con auxilio de las Figuras 4 y 5, expuestas a continuación.

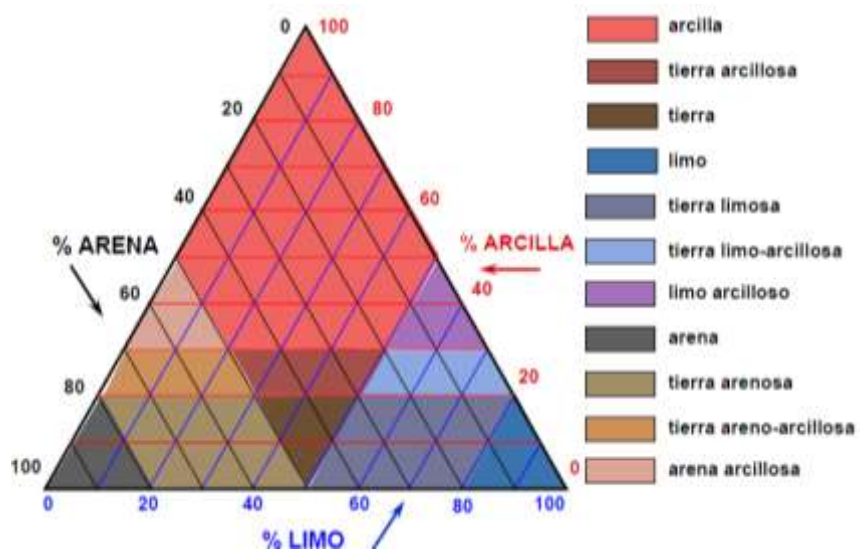


Figura 4: Diagrama de clasificación de los suelos por ensayo del frasco

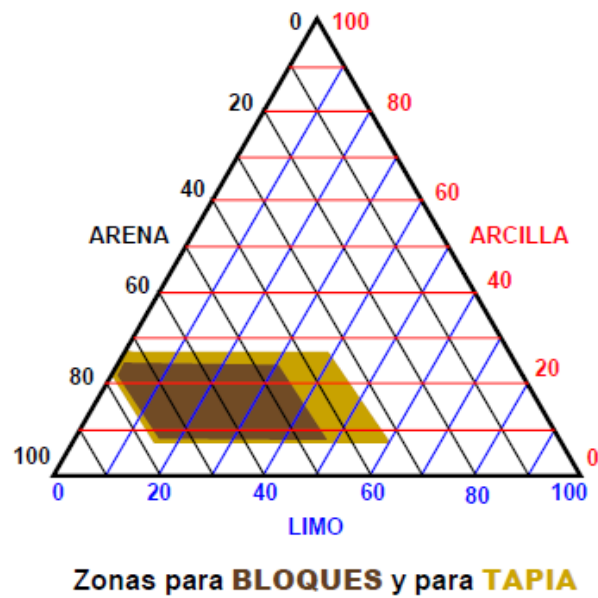


Figura 5: Diagramas indicativos del uso de la tierra por el ensayo del frasco

5. ENSAYO DEL CORDÓN

Se busca relacionar el tipo más probable de tierra con la resistencia de la misma a un determinado grado de humedad. Para ello se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Humedecer una porción de tierra y en una superficie lisa formar un cordón que se rompa a los 3 mm de diámetro
- Con esa misma proporción de humedad formar una bola y aplastarla con el pulgar y el dedo índice al mismo tiempo, prestando atención a la fuerza ejercida

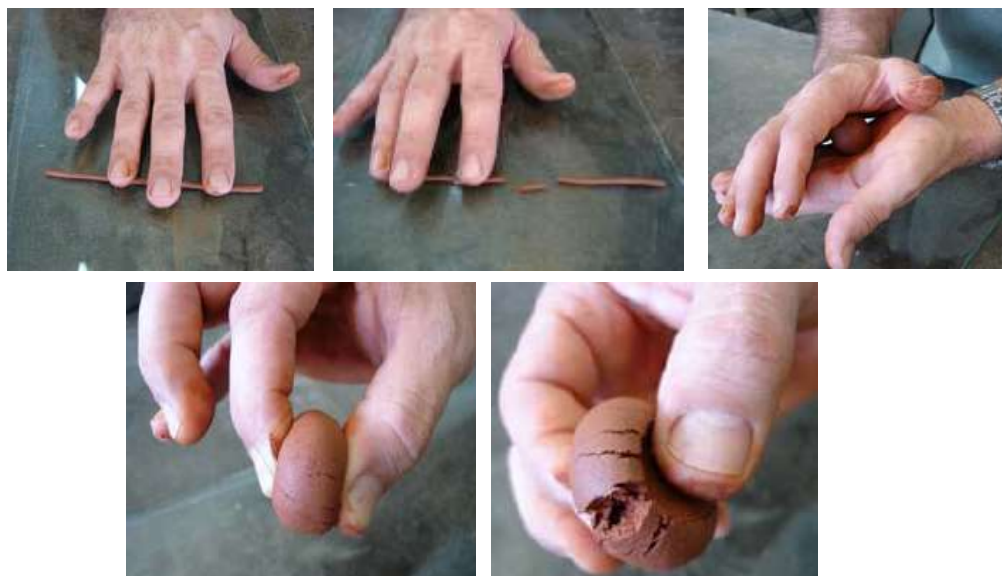


Figura 6: Ensayo del cordón. Formación del cordón hasta que se fracture en 3mm de diámetro y ruptura de la bola. La tierra de la imagen es arcillosa

Finalmente, según las características del cordón conformado y la fuerza ejercida para romper la bola, empleando la Tabla 2 se puede determinar el tipo de tierra.

TIPO DE CORDÓN	RUPTURA DE BOLA	CLASIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN
DURO	La bola no se quiebra o requiere mucho esfuerzo para quebrarse	Demasiada arcilla, tierra muy plástica
FRÁGIL	Se fisura y desmorona, es poco resistente	Tierra limosa- arcillosa, arenosa o areno arcillosa, plasticidad media
ESPONJOSO	No se puede volver a hacer la bola una vez rota debido a su debilidad	Baja plasticidad, bastante limo o arena y poca presencia de arcilla
SUAVE Y ESPONJOSO	Muy esponjosa, se aplasta y vuelve a esponjarse	Suelo orgánico, no apto para construir

Tabla 2. Evaluación de ensayo de cordón

6. ENSAYO DE LA CINTA

Esta prueba establecerá la plasticidad y la cohesión de la mezcla de tierra, pero no la resistencia o durabilidad del material seco. Con esta prueba, se evalúa el contenido y la calidad de la arcilla del suelo ensayado. Para identificar el tipo de tierra se debe proceder de la siguiente manera:

- Tomar una porción de la tierra y, con la misma humedad del ensayo del cordón, hacer un cilindro del tamaño de un cigarrillo
- Amasar el cilindro de modo a formar una cinta, con 3 a 6 mm de espesor y del mayor largo posible



Figura 7: Ensayo de la cinta. Formación del cigarrillo y de la cinta (arriba). Intento de formación del cigarrillo con una tierra muy arenosa (abajo).

Finalmente, en función de la longitud y comportamiento de la cinta moldeada puede identificarse el tipo de tierra disponible empleando la Tabla 3.

TIPO DE CINTA	COMPORTAMIENTO DE LA CINTA	CLASIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN
LARGA	Es posible formar una cinta de 25 a 30 cm sin dificultad	Mucha arcilla; tierra de alta plasticidad
CORTA	Es posible formar una cinta de 5 a 10 cm con dificultad	Tierra arcillo-limosa, arenosa o areno-arcillosa; plasticidad mediana
	No se hace la cinta	Bastante limo o arena y poca arcilla; sin plasticidad

Tabla 3. Evaluación de ensayo de cinta

7. ENSAYO DE EXUDACIÓN

En función a su capacidad para retener agua, puede evaluarse el tipo de tierra mediante el siguiente procedimiento:

- Colocar en la mano una porción de muestra con la tierra bastante húmeda
- Golpear la tierra con la mano opuesta hasta que empiece a salir el agua quedando la tierra con un aspecto liso y brillante.



Figura 8: Ensayo de exudación

Finalmente, en función de la reacción del agua dentro de muestra y el comportamiento de ésta, puede estimarse el tipo de tierra (Tabla 4).

TIPO DE REACCIÓN	Nº DE GOLPES	EFFECTO DE LA MUESTRA	CLASIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN
RÁPIDA	5-10	El agua aflora a la superficie, la presión de los dedos hace desaparecer el agua y presionando más fuerte se rompe	Poca plasticidad, Arena fina inorgánica o limo grueso inorgánico, tierra arenosa o limosa.
LENTA	20-30	El agua aparece y desaparece lentamente, la presión de los dedos hace que la torta se deforme como caucho.	Limo ligeramente plástico o limo arcilloso.
MUY LENTA	Más de 30	No hay cambio notable.	Tierra de alta plasticidad. Arcilla.

Tabla 4. Evaluación del ensayo de exudación

8. ENSAYO DE LA RESISTENCIA SECA

De acuerdo con su resistencia puede determinarse el tipo de tierra mediante el siguiente procedimiento:

- Moldear tres pastillas de tierra bien húmeda de 1 cm de espesor y 2/3 cm de diámetro
- Dejar las pastillas secar al sol por dos o tres días
- Intentar romper las pastillas apretando con el dedo índice y pulgar a la vez



Figura 9: Ensayo de la resistencia seca

Finalmente, con ayuda de la Tabla 5 pueden conocerse tipo de tierra.

RESISTENCIA	ESFUERZO DE RUPTURA	COMPORTAMIENTO	CLASIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN
Grande	Resistente	No se pulveriza	Alta plasticidad: arcilla
Mediana	Poco resistente	Es posible reducir los pedazos a polvo	Tierra arcillo limosa, arcillo arenosa o arena arcillosa
Poca	No resiste	Fácil disgregación	Suelo arenoso, falta de cohesión

Tabla 5. Evaluación del ensayo de resistencia seca.

9. ENSAYO DE ROLLO

Esta prueba permite identificar si el contenido de arcilla en la muestra de tierra es adecuado para la construcción de muros de tapia o la fabricación de Bloques de Tierra Comprimida (BTC). Para verificarlo, se realiza el siguiente procedimiento:

- Con tierra humedecida realizar un cordón de 20 cm de largo por 2,5 cm de diámetro sobre una superficie lisa
- Deslizar el cordón hacia un borde dejándolo, colgando
- Medir a que distancia se rompió

Conclusiones:

- Ruptura a los 8 cm de largo: no hay presencia de arcilla suficiente
- Ruptura entre 8 cm y 12 cm de largo cantidad de arcilla ideal
- Ruptura a más de 12 cm de largo cantidad de arcilla excesiva



Figura 10: Ensayo del rollo para verificar la aptitud del suelo para ser empleado en muros de tapia o BTC

10. IDENTIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Para cada tipo de tierra, se puede estimar las técnicas constructivas más adecuadas en función de los resultados de los ensayos del cordón, de la cinta, de exudación y de la resistencia seca, conforme presentado en la Tabla 6.

ENSAYO DEL CORDÓN	ENSAYO DE LA CINTA	ENSAYO DE EXUDACIÓN	ENSAYO DE LA RESISTENCIA SECA	TIPO DE TIERRA	TÉCNICA CONSTRUCTIVA
Cordón frágil o resistencia nula	Cinta corta o no se consigue hacer la cinta	Reacción rápida a lenta pero jamás muy lenta	Poca a nula, generalmente nula	Arenosa; arenolimsa; arenarcillosa; limoarcillosa	BTC, adobe y tapia
Cordón frágil a blando	Cinta corta	Reacción lenta a muy lenta	Poca a mediana	Limsa	Utilización más difícil que las tierras anteriores, posible con el uso de aglomerante
Cordón blando	Cinta corta a larga	Reacción muy lenta o sin reacción	Mediana a grande	Arcillosa con grava, arcilloarenosa y arcillolimosa	Posible de usar para la tierra compactada o ladrillo prensado, con aglomerante
Cordón duro	Cinta larga	Sin reacción	Grande	Arcillosa	Posible de usar para fabricación de adobe con adición de fibras y embarrado de técnicas mixtas

Tabla 6. Tipo de suelo y técnica constructiva

En la Tabla 7, se presentan las recomendaciones para analizar los resultados obtenidos en los ensayos mencionados junto con una recomendación de los estabilizantes más adecuados para cada tipo de tierra.

Protocolo de ensayos de campo para la identificación de suelos

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO CORDÓN	ENSAYO DE EXUDACIÓN	ENSAYO DE RESISTENCIA SECA	TÉCNICA RECOMENDADA	TÉCNICA RECOMENDADA
TIERRA ARCILLOSA Y TIERRA LIMOSA					
Limo y limo arcilloso	Cordón frágil; no hace la bola	Reacción rápida a lenta, mas no demasiado lenta	Poca a nula, generalmente nula	Apto para todo tipo de técnica, particularmente BTC	Cemento Portland; puede ser afectado por temperaturas baja
Limo	Cordón blando de resistencia mediana; bola muy frágil	Reacción lenta a nula	Poca a mediana	Evitar usar, si es necesario, adicionar aglomerante y revestir la superficie	Cemento Portland o emulsión asfáltica de baja viscosidad
Arcilla c/ grava, arcilla arenosa y arcilla limosa	Cordón blando de resistencia mediana; bola frágil, se fisura	Reacción muy lenta a nula	Mediana a grande	Apropiado para BTC y tapia; necesita aglomerante	Corregir granulometría
Arcilla y arcilla plástica	Cordón duro; bola no se fisura	Sin reacción	Mediana a grande	Apropiado para adobe y técnicas mixtas	Usar impermeabilizante
Limo orgánico y arcilla limosa orgánica	Cordón frágil y esponjoso; bola esponjosa	Lenta	Poca a mediana	No usar	Paja u otro tipo de fibras
Arcilla orgánica		Reacción muy lenta a nula	Mediana a grande		
TIERRA ARENOSA					
Arena limosa	Cordón frágil; no hace la bola	Reacción rápida	Poca a nula, generalmente nula	Apto para todo tipo, particularmente BTC; si tiene mucha arena, agregar arcilla y estabilizar con aglomerante	Cemento Portland o cal, o los dos combinados. Corregir granulometría, si es necesario
Arena arcillosa	Cordón blando de resistencia mediana; bola muy frágil	Reacción lenta a muy lenta	Mediana	Apto para todo tipo, particularmente BTC; si tiene mucha arena, adicionar arcilla	Cemento Portland o cal, o los dos combinados. Corregir granulometría, si es necesario
Arena	No funcionan estos			No es apto	
TIERRA CON GRAVA					
Grava limosa, mezcla de gravas, arena y limo	No hace el cordón	Rápida	Nula	Conveniente si la grava no es muy gruesa; usar para adobe y monolíticos	Cemento Portland; usar cal como impermeabilizante
Grava arcilloso, mezcla de gravas, arena y limo	No hace el cordón	Lenta a muy lenta	Mediana	Adobe y monolíticos	Cal; usar emulsión asfáltica como impermeabilizante
Grava	No funcionan estos ensayos			No es apto	

Figura 7: Tipo de suelo, técnica constructiva recomendada y estabilizantes adecuadas

ANEXOS I: PLANILLA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la muestra		
Localización		
Operador		
Fecha de colecta		
Fecha de ejecución		
Observaciones		
Ensayo		Interpretación
Táctil-visual	Tamaño de partículas	
	Color	
	Brillo	
	Tacto/textura	
Identificación de la tierra por inspección táctil-visual		
Caída de la bola		
Vidrio - % de arena, limo y arcilla		
Indicación de técnicas constructivas por teste del vidrio		
Cordón		
Cinta		
Exudación		
Resistencia seca		
Identificación de la tierra y de técnicas constructivas – tabla 8		
Identificación de la tierra y de técnicas constructivas – tabla 9		
Rollo		
Caja		
Conclusión		