



**Cuadro 20**  
**Principales categorías de suelos en México**

Clave	Categoría	Superficie (Millones de ha)	Porcentaje
I	Litosol	29.9	14.83
K	Castanozem	29.0	14.75
L	Luvisol	17.3	8.78
Y	Yermosol	16.9	8.59
E	Rendsina	13.4	6.79
X	Xerosol	10.0	5.10
V	Vertisol	9.5	4.81
R	Regosol	9.3	4.72
T	Andosol	7.3	3.72
B	Cambisol	3.9	1.95

Modificado de Ortiz, V. y S. Ortiz., 1984, Edafología, UACH, México.

## 5. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Resolver un problema de geotecnia supone conocer y determinar las propiedades del suelo; por ejemplo:

- 1) Para determinar la velocidad de circulación de un acuífero, se mide la permeabilidad del suelo, se utiliza la red de flujo y la ley de Darcy.
- 2) Para calcular los asentamientos de un edificio, se mide la compresibilidad del suelo, valor que se utiliza en las ecuaciones basadas en la teoría de la consolidación de Terzaghi.
- 3) Para calcular la estabilidad de un talud, se mide la resistencia al corte del suelo y este valor se lleva a expresiones de equilibrio estático.

En otros problemas, como pavimentos, no se dispone de expresiones racionales para llegar a soluciones cuantificadas. Por esta razón, se requiere una taxonomía de los suelos, en función de su comportamiento, y eso es lo que se denomina clasificación de suelos, desde la óptica geotécnica.

Agrupar suelos por la semejanza en los comportamientos, correlacionar propiedades con los grupos de un sistema de clasificación, aunque sea un proceso empírico, permite resolver multitud de problemas sencillos. Eso ofrece la caracterización del suelo por la granulometría y la plasticidad. Sin embargo, el ingeniero debe ser precavido al utilizar esta valiosa ayuda, ya que soluciones a problemas de flujos, asentamientos o estabilidad, soportados sólo en la clasificación, puede llevar a resultados desastrosos.

Las relaciones de fases constituyen una base esencial de la Mecánica de Suelos. El grado de compacidad relativa de una arena es seguro indicador del comportamiento de ese suelo. La curva granulométrica y los Límites de Atterberg, de gran utilidad, implican la alteración del suelo y los resultados no revelan el comportamiento del suelo in situ.

### 5.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

Inicialmente se tienen suelos granulares o finos, según se distribuye el material que pasa el tamiz de  $3'' = 75 \text{ mm}$ ; el suelo es **fino** cuando más del 50% pasa el T#200, si no, es **granular**.

a. Los suelos granulares se designan con estos símbolos

#### Prefijos

G	Grava	El 50% o más es retenido en el T4
S	Arena	Sí más del 50% pasa el T4

#### Sufijos

W	bien gradado		P	mal gradado	Depende del $C_u$ y $C_c$
M	Limoso		C	Arcilloso	Depende de $W_L$ y el IP

Si menos del 5% pasa el T200, los sufijos son W o P, según los valores de  $C_u$  y  $C_c$ . Si más del 12% pasa el T# 200, los sufijos son M o C, dependiendo de  $W_L$  e IP. Si el porcentaje de finos está entre el 5% y el 12%, se utilizan sufijos dobles (clase intermedia).

b. Los suelos finos se designan con estos símbolos.

#### Prefijos

M	Limo
C	Arcilla
O	Orgánico

#### Sufijos

L	Baja plasticidad ( $W_L < 50\%$ )	En la carta de plasticidad separados por la línea B.
H	Alta plasticidad ( $W_L > 50\%$ )	

### 5.1.1.1 Definición del Grupo SUCS, con la CARTA DE PLASTICIDAD

Se han definido, para gravas (G) y arenas (S), la situación W o P de acuerdo a dos coeficientes:  $C_u$  y  $C_c$  (Sección 3.4) ¿cuándo decimos que es GM, GC., SM o SC? (ver carta de plasticidad figura 5.1A)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{GM} \Rightarrow \text{Debajo de la línea A o } IP < 4 \\ \text{GC} \Rightarrow \text{Sobre la línea A o } IP > 7 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Sobre la línea A con} \\ 4 < IP < 7 \Rightarrow \text{doble símbolo} \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{SM} \Rightarrow \text{Debajo de la línea A o } IP < 4 \\ \text{SC} \Rightarrow \text{Sobre la línea A o } IP > 7 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{En la zona sombreada con} \\ 4 \leq IP \leq 7 \Rightarrow \text{doble símbolo} \end{array}$$

Adicionalmente, como se señaló atrás (Sección 5.1)

- GW, GP, SW, SP exigen que MENOS del 5% pase el T# 200
- GM, GC, SM, SC exigen que MAS del 12% pase el T# 200
- Si el porcentaje de finos está entre 5% y 12%, se requiere símbolo doble.

Grupo	VALORACIÓN ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN USOS	
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales.	
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.	
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua.	
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.	
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo.	
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud.	
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas.	
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento	
ML	m	-	M	m	Inaceptable en pavimentos, licuable.	
CL	+	--	M	m	Revestimiento de canales, pero es erodable.	
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua.	
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)	
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)	
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.	
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	Facilidad de tratamiento en obra	Permeabilidad	Resistencia al corte	Compresibilidad	Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Bajo	--
					Muy bajo	---

Tabla 5.2 Características y uso de los suelos (Grupo del SUCS)

#### Ejercicio 5.1

Con base en las curvas de gradación de la Figura 3.8, en el ejercicio 3.1 y demás datos, clasificar esos mismos suelos.

Suelo A: Suelo granular sin finos (67% de la fracción granular se retiene en el T# 4 = 4,75mm);  $C_u = 50$  y  $C_c = 2 \Rightarrow$  GW

Suelo B: Suelo granular sin finos (33% de la fracción granular se retiene en el T# 4 = 4,75mm);  $C_u = 2,4$  y  $C_c = 1,1 \Rightarrow \underline{SP}$

Suelo C: Suelo fino – granular (45% de este suelo se retiene en el T# 200 = 0,075mm). Agreguemos como datos nuevos que:  $\omega_L = 40\%$ ;  $\omega_p = 18\%$ ;  $IP = 22$ ; como  $LL < 50$ ;  $IP > 7$  (Sección 5.1)  $\Rightarrow \underline{CL}$

Suelo D: Suelo fino – granular (más de la mitad, 61%, pasó el T# 200). Agreguemos que  $LL = 65$  y que  $IP = 20$ , como  $LL > 50$ , la plasticidad es alta y como  $IP = 20$ , está bajo la línea A. De acuerdo a la CARTA, dos posibilidades MH u OH, para evaluar los datos de campo. Y esa evaluación  $\Rightarrow \underline{MH}$

## 5.2 Clasificación de la AASHTO.

Este es el sistema del Departamento de Caminos de U.S.A., introducido en 1929 y adoptado por la “American Association of State Highway Officials” entre otras. Es de uso especial para la construcción de vías, en especial para manejo de subrasantes y terraplenes.

Los grupos de suelos son 7, subdivididos en otros más (para llegar a 12)

- a) Grueso granulares: 35% o menos pasa el T-200 comprende
- A-1, si menos del 20% pasa el T-200 y menos del 50% pasa el T-40, pero en el P40 el  $IP < 6\%$ .
  - A-2, si menos del 35% pasa el T-200, (limoso o arcilloso), y el material no cumple con A-1 ni A-3.
  - A-3, si menos del 10% pasa el T-200 y 51% o más pasa el T-40, pero si el P40 no es plástico.
- b) Suelos fino granulares (grupo limo arcilla): más del 35% pasa el T-200
- A-4 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \leq 40\%$
  - A-5 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \geq 41\%$
  - A-6 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \leq 40\%$
  - A-7 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \geq 41\%$

En consecuencia: A-1 = cascajo y arena; A-3 = arena fina; A-2 = cascajos y arenas limosas o arcillosas; A-4 y A-5 suelos limosos, y A-6 y A-7 suelos arcillosos

A-1 y A-3 son suelos excelentes y buenos, A-2 buenos y moderados, y A-6 y A-7 son suelos de moderados a pobres.

Grupo Suelos.	Permeabilidad	Elasticidad.	Cambio de volumen.	Capilaridad.	Bases de pavimentos.	Sub bases.	Terraplenes.	Valoración escala.
A-1	--	---	--	-	++	++	++	+++ Sobresaliente.
A-2	-	++	+	m	-	M	+	++ Muy alto.
A-3	+	-	-	-	+	+	+	+ Alto.
A-4	-	+	+-	+++	-	-	+-	m Moderado.
A-5	-	m	++	+++	---	-	--	- Deficiente.
A-6	---	-	++	++	--	--	-	-- Bajo.
A-7	--	m	++	++	--	--	--	--- Muy bajo.

**Tabla 5.3** Características de suelos –según la AASHTO–

Pero estos suelos tienen subclases así:

A-1-a: si  $IP \leq P_{40} < 6\%$  Además el  $P_{200} = 15\%$ ,  $P_{40} = 30\%$  y  $P_{10} = 50\% ==$   
 A-1-b: si es del grupo A1 y no cumple con A-1-a

A-2-4; A-2-5, A-2-6, y A-2-7: según la fracción fina se encuentre en las zonas 4, 5, 6 o 7 de la Carta de Plasticidad AASHTO de la Fig 5.2

A-3 no tiene subclases .

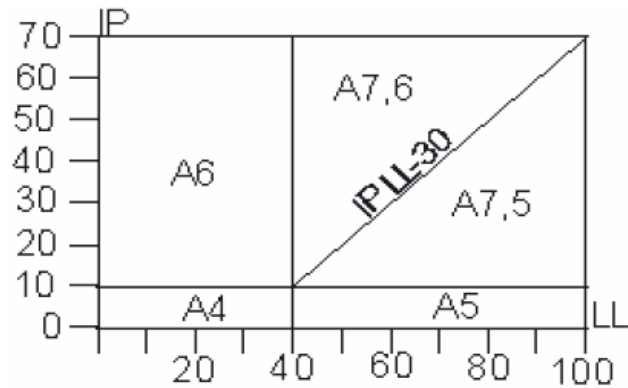


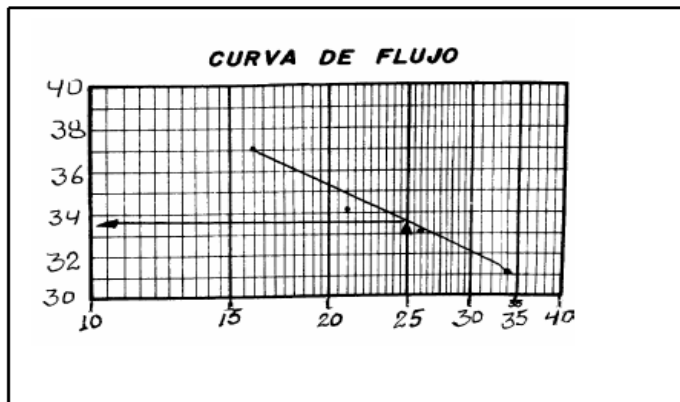
Figura 5.2 Carta de Plasticidad AASHTO

**Ejercicio 5.2**

Calcular el LL y Fi si se da el papel semilogarítmico de laboratorio, y el número de golpes para 4 contenidos de humedad, en el ensayo con la Cazuela de Casagrande (Figura 4.1)

$\omega_i = 31,1\% - 33,1\% - 34,2\% - 37,1\%$   
 $N_i = 34 - 27 - 22 - 17$  golpes

R/ Por interpolación, la humedad para  $N = 25$  golpes, da  $LL = 33,5\%$ .



El  $F_i$ : Como el gráfico semilogarítmico de  $N$  contra  $\omega$ , da una línea recta, llamada LÍNEA DE FLUIDEZ, su pendiente, denominada ÍNDICE DE FLUJO

FLUJO  $F_i$ , está dada por 
$$F_i = \frac{(\omega_j - \omega_i)}{\log\left(\frac{N_j}{N_i}\right)}$$

$$F_i = \frac{\Delta\omega}{\log\left(\frac{N_j}{N_i}\right)}$$

$$F_i = \frac{32 - 37,6}{\log \frac{3}{15}}$$

Calcule  $F_i$ .

R/ El índice de flujo, del suelo anterior, es  $F_i = -17,8$ .

**Ejercicio 5.3**

Clasifique los siguientes suelos, en el sistema SUCS.

T# 200 T# 4	Retenido 20% Pasa: 9,2%	Pasa: 30% Retenido: 10%	Pasa: 8% Retenido: 2%	Retenido: 20% Pasa: 92%	Pasa: 8% Pasa: 60%
Cu	4	4	8	4	7
Cc	1,5	2	2	1,5	5
$\omega_L = \left\{ \begin{array}{l} \text{en los} \\ \omega_P = \left\{ \begin{array}{l} \text{finos} \end{array} \right. \end{array} \right.$	250% 100%	40% 25%	45% 31%	250% 150%	60% 40%
Observación adicional	Buen contenido de materia orgánica	Pasa el 4 y retiene el 200 60%	Pasa el 4 y retiene el 200 90%	Contenido despreciable de materia orgánica	IP = 20
R/	OH	SC	SW – SM	MH	SP – SM

Nota: Para este ejercicio, es fundamental utilizar la Carta de Plasticidad en suelos finos y Criterios de Gradación en suelos grues o granulares – máximo si hay suelos de FRONTERA

**Ejercicio 5.4**

Clasifique los siguientes suelos, según AASHTO y SUCS.

Suelo	A	B	C	Suelo	A	B	C	} % más fino que
T4	----	----	69,3	T100	----	----	19,8	
T10	65,8	79,5	59,1	T200	21,9	54,3	5,1	
T20	----	----	48,3	$\omega_L$	34,1%	53,5%	(NO PROCEDE)	
T40	36,1	69,0	38,5	$\omega_P$	16,5%	31,6%	(NO PROCEDE)	
T60	----	----	28,4	IP	17,6	21,9	(NO PROCEDE)	

- A: Arcilla arenosa y limosa, parda clara
- B: Arcilla limosa, trazos de grava; parda oscura
- C: Arena muy gravosa, gruesa parda media (no plástico)

Solución: I según la AASHTO (Sección 5.2)

- Suelo A:  $IP = 17,6 > 10$ . Además 21,9% pasa T200  $\Rightarrow$  A-2
- Suelo B:  $IP = 21,9 > 10$ . Además 54,3% pasa T200  $\Rightarrow$  A-7
- Suelo C: Es grueso granular y sólo 38,5% pasa T40  $\Rightarrow$  A-1

Solución II Según la SUCS (Figura 5.1, Sección 5.1.1.1)

- Suelo A: Menos del 50% pasa el T200 y más del 50% pasa el T4: Será SM o SC, porque más del 5% pasa el T200. De acuerdo a la CARTA DE PLASTICIDAD y la descripción es CL; en consecuencia, no pudiendo ser limo, es  $\Rightarrow$  SC.

- Suelo B: Es fino granular, pues más del 50% pasa el T200. Como  $LL > 50\%$  es MH, OH o CH (ver CARTA DE PLASTICIDAD). Por la dificultad de leer exactamente su localización,  $f(IP, LL)$  el cálculo es  $IP = 0,73(53,5 - 20) = 24,4 > 21,9$ , quedando el suelo por debajo de la línea A. Por la descripción es  $\Rightarrow$  MH.
- Suelo C: Asumamos  $5,1\% \approx 5\%$ . Haciendo la curva granulométrica  $Cu = 23,3$ ;  $Cc = 0,5$  (mal gradado). Entre T4 y T200, 62,4% (restar) del material se retiene y su denominación es arena; entonces  $\Rightarrow$  SP

[Ir a la página principal](#)