

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Ordenación de Cuencas
Suelos

- PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.
- Prof. Clifford Peña G.

Tema 2

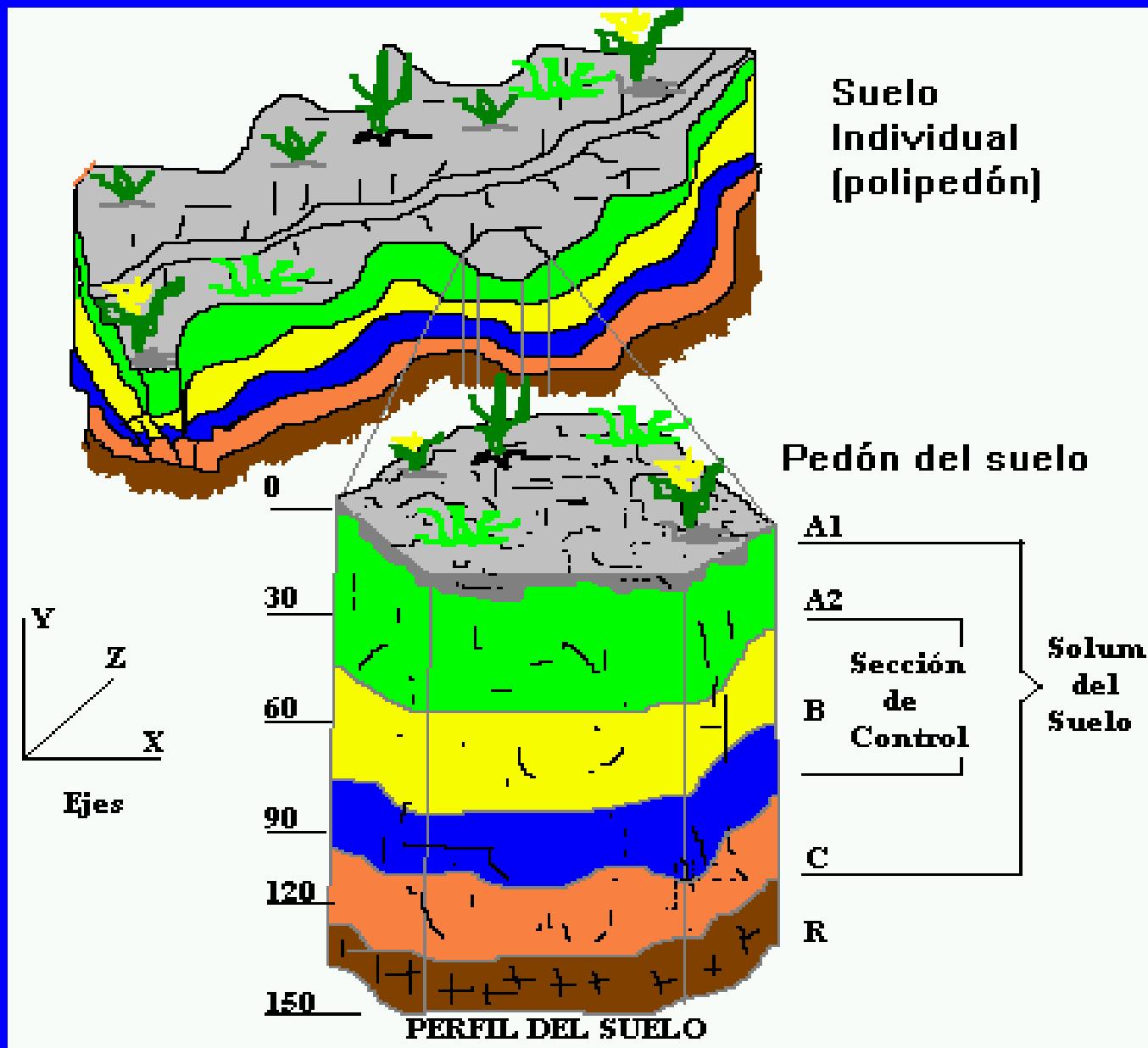
PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.

- PROFUNDIDAD.
- TEXTURA
- ESTRUCTURA
- CONSISTENCIA
- DENSIDAD
- POROSIDAD DEL SUELO.
- COLOR DEL SUELO

Que es el Suelo?

- El suelo, en su definición más general, es la delgada capa de materiales no consolidados orgánicos e inorgánicos, que cubre la mayor parte de la superficie terrestre del planeta. Esta capa es variable en espesor y usualmente presenta algún tipo de actividad biológica.

- “Colección de cuerpos naturales, con características físicas, químicas y biológicas, formados como resultado de la interacción de factores y procesos que intervienen o han intervenido en su diferenciación, caracterización y con propiedades diferentes a la de los cuerpos que actuaron en su evolución, pudiendo o no servir como medio para el desarrollo de las plantas superiores” .

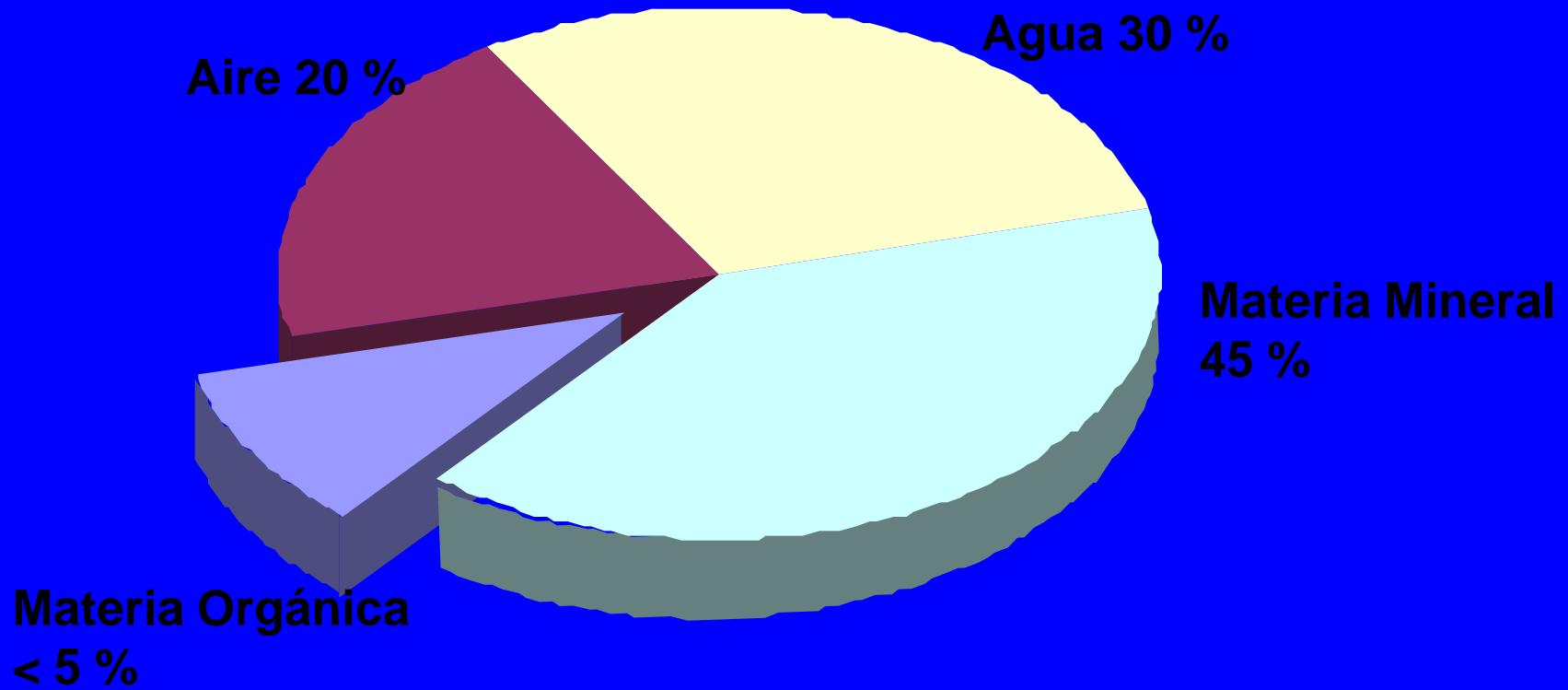


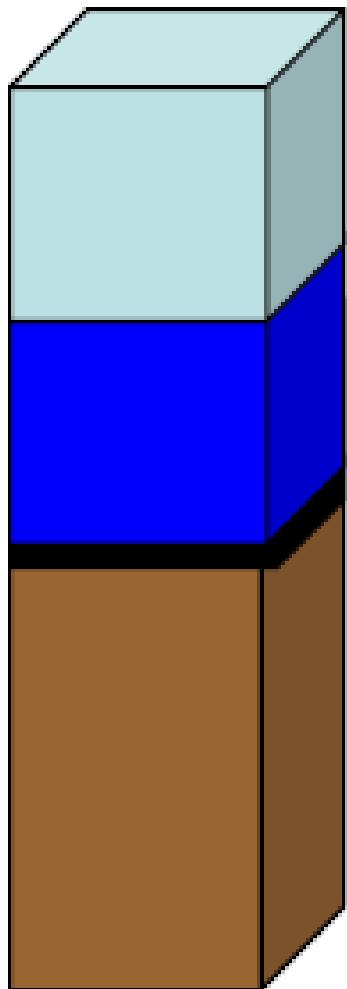
- El suelo como un medio para el crecimiento de las plantas.
 - Se origina de la demostración que los elementos minerales en el suelo y abonos añadidos eran esenciales para el crecimiento de las plantas.

Paradigma edafológico

Componentes del Suelo

El suelo puede ser definido como un sistema de tres fases y cuatro componentes





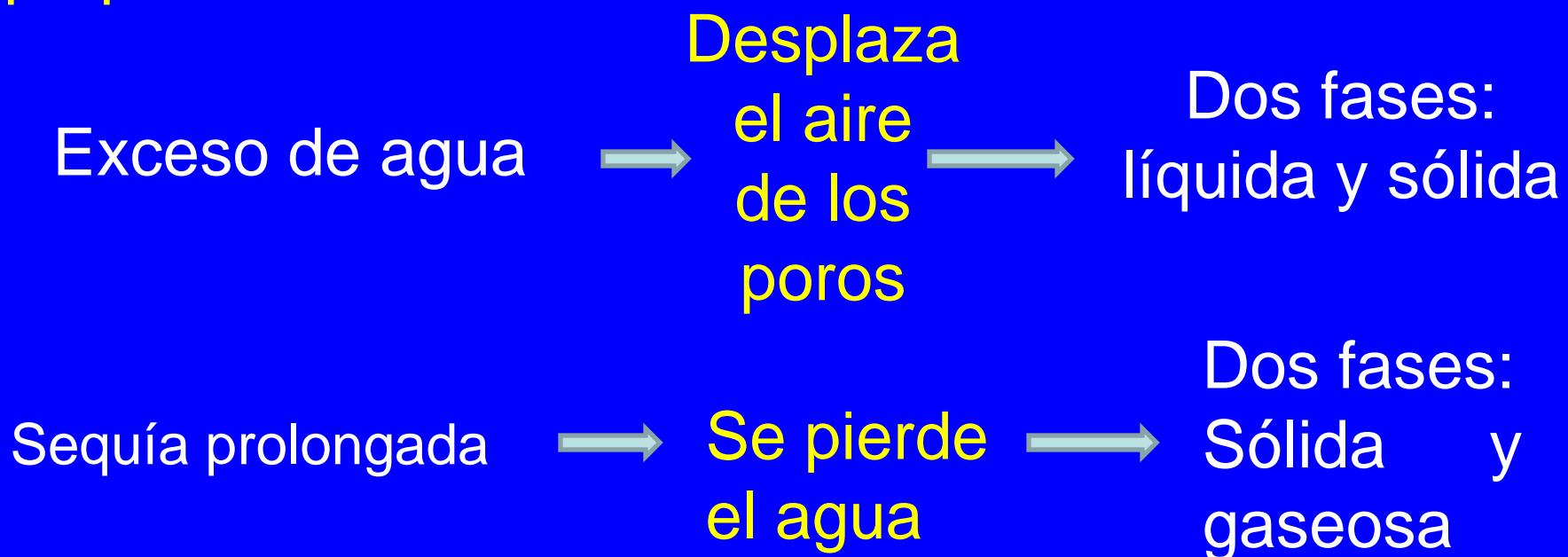
~ 35 % Aire

~ 25 % Agua

0.5 - 1 % Materia orgánica

~ 45 % Materia mineral

“La productividad vegetal depende en gran medida de las proporciones entre las fases sólida, líquida y gaseosa. Esta proporciones se encuentran en una situación optima solo en algunos suelos y cuando las condiciones climáticas y las actividades humanas son apropiadas.”



Profundidad del Suelo

Perfil del Suelo: Es una columna vertical de suelo, en la cual se pueden observar e interpretar las propiedades de un suelo individual, desde su superficie hasta el material parental (Hodgson, 1987; Elizalde *et al*, 2000).

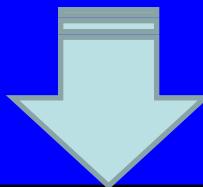
PROFUNDIDAD DEL SUELO

Desde su superficie hasta la Roca madre (Hodgson, 1987; Elizalde *et al*, 2000).

Profundidad efectiva: Se refiere a la exploración de las raíces de los árboles u otras plantas, expresada en metros.

Profundidad del suelos

Volumen de suelo disponible para las raíces



- Desarrollo radical.
- Suministro de humedad y nutrientes.
- La resistencia contra la fuerza del viento.

TEXTURA DEL SUELO

- La textura del suelo se refiere a la distribución de las partículas minerales de arena, limo y arcilla en el suelo.
- La textura es uno de los más estables atributos del suelo pudiendo sólo ser modificada ligeramente por labores de cultivo y otras prácticas que causan la mezcla de las diferentes capas del suelo.

Comparación relativa de las partículas del suelo.

Sand
.05 to 2mm
feels gritty



Silt
.002 to .05 mm
feels smooth



Clay
less than .002 mm
feels sticky



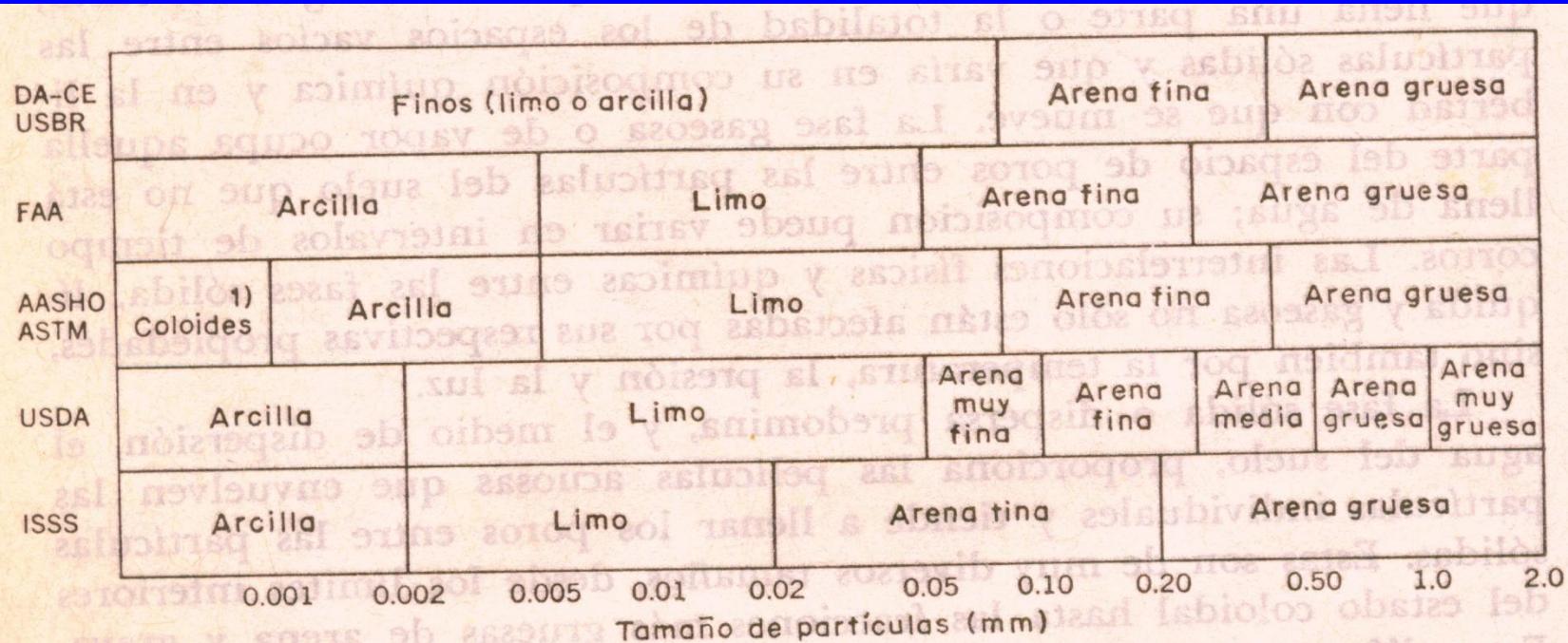
“Grande → más pequeña → really small

arena → limo → arcilla

Clasificación del Tamaño de Partículas

Clasificación de Partículas	Tamaño de Partículas (mm)	Tamaño Relativo
Arena muy gruesa	2.0 - 1.0	1
Arena gruesa	1.0-0.5	2
Arena	0.5-0.25	4
Arena fina	0.25-0.1	8
Arena muy fina	0.10-0.05	20
Limo	0.05 - 0.002	40
Arcilla	< 0.002	1000

Diferentes clasificaciones



- 1) Citado como arcilla

DA-CE = Department of Army, Corps of Engineers (Departamento del Ejército – Cuerpo de Ingenieros)

USBR = U.S. Bureau of Reclamation (Oficina Federal de Recuperación y Roturación de Tierras)

FAA = Federal Aviation Authority (Comisión Federal de Aviación)

AASHO = American Association of State Highway Officials (Asociación Norteamericana de Funcionarios Estatales de Carreteras)

ASTM = American Society for Testing and Materials (Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales)

USDA = U.S. Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

ISSS = International Society of Soil Science (Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo)

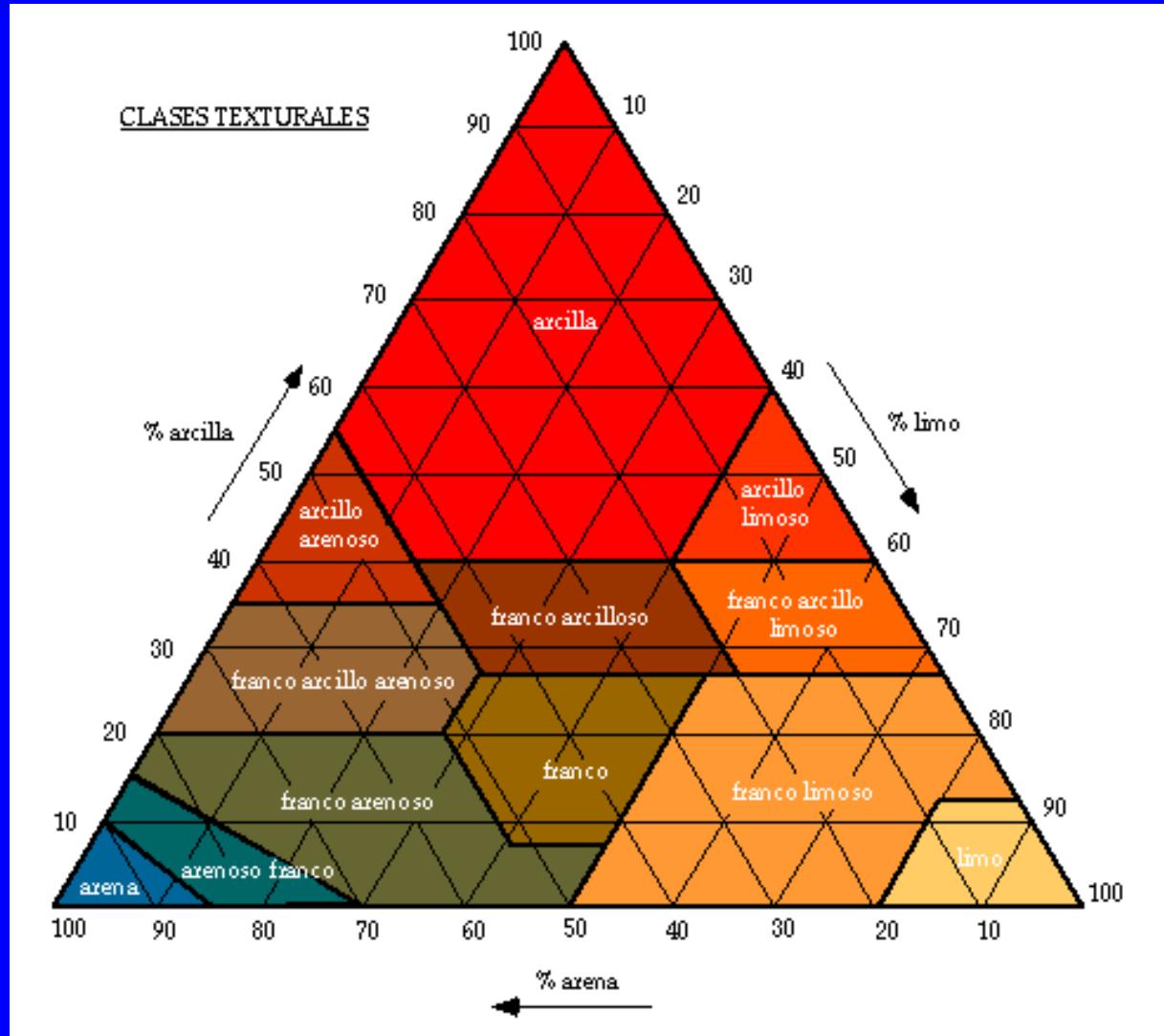
FIG. 1-1. Clasificación de fracciones de suelo menores de 8 mm basada en el tamaño de las partículas. (Adaptada del USDA, 1951, y de la Portland Cement Association, 1962.)

Doce Clases Texturales de Suelo.

Las definiciones de las 12 clases texturales del suelo están basadas en la porción relativa o peso de estas tres clases de partículas.

La lectura del triángulo textural permite localizar la clase textural con el porcentaje de dos tipos de partículas.

Por ejemplo, un suelo conteniendo 20% de arcilla y 40% de arena corresponde a la clase textural franco



La clase textural ubica al suelo en un área dentro de un diagrama triangular basado en la distribución de arena, limo y arcilla en el suelo

Interpretaciones

Suelos arenosos:

Facilidad para trabajarlos, no muy dependiente de la humedad.

Absorción y conducción rápida del agua.

Menor facilidad para la erosión, si se compara con los suelos arcillosos y limosos.

Estos suelos tienden a ser secos, dependiendo del clima y de la distribución de las lluvias.

De baja fertilidad natural, poca retención de agua y nutrientes.

Suelos Francos.

Adecuado suministro de agua, almacenamiento de nutrientos, facilidad de preparación y aireación favorable.

Muy susceptibles de degradarse por manejo inadecuado,degradación estructural, erosionabilidad, cambio de la relación aire-agua.

Manejo adecuado en función de su contenido de humedad.

SUELOS ARCILLOSOS.

Mayor fertilidad que los suelos arenosas, alta retención de humedad, mayores contenidos de materia orgánica.

Dificultad en la preparación, profundidad efectiva, problemas con la aireación.

Su manejo involucra una preparación adecuada con base en la humedad que presenten, control de terrones y costras superficiales e incorporación de residuos orgánicos.

Especies	pH			Textura				Condiciones de drenaje					Fertilidad				
	< 4,5	4,5- 5,5	5,5- 7,8	a- aF	Fa	F -FL	L-FA FAa FAL	Aa AL A	A	B	C1	C2	C3	C4	B	M	A
Forestales																	
Pachira quinata	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
Tabebuia rosea	3	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
Cedrela odorata	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
Swietenia macrophylla	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
Cordia Thaisiana	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	2	3	3	3	3	2	1
Anacardium excelsum	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	2	3	3	3	1	1	1
Tectona grandis	3	3	1	2	2	1	2	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
Melina arborea	3	2	1	2	2	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
Samanea saman	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	3	2	1
Leucaena diversifolia	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1

Cuadro 2. Adaptabilidad de algunas especies forestales a las condiciones del suelo bajo estudio.

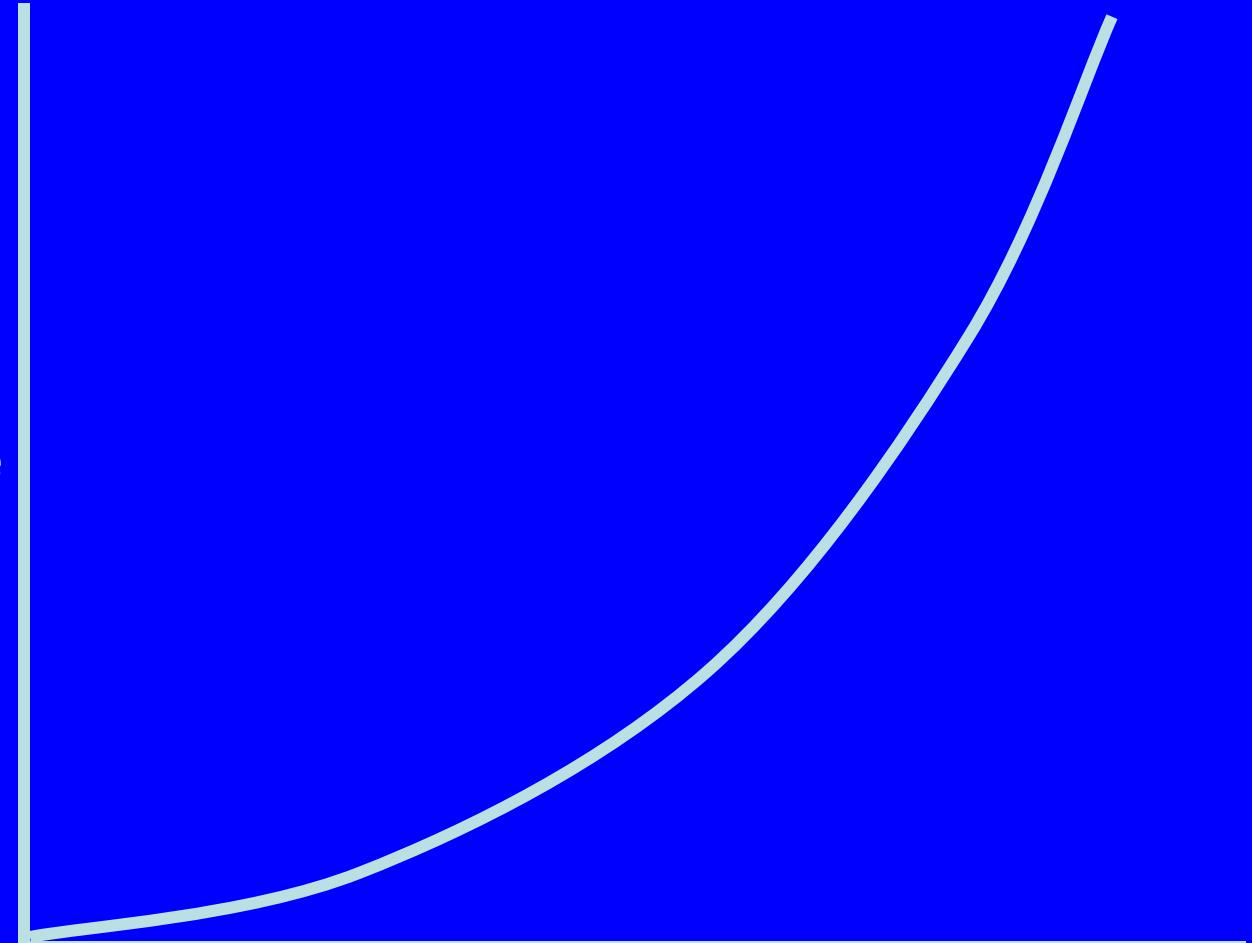
Textura

- Área Superficial por unidad de volumen
 - 1 g arena ~ 0.1 m² Baja
 - 1 g limo ~ 1 m²
 - 1 g arcilla ~ 10-1000 m² Alta
- Áreas superficiales mayores significa más carga, lo cual es un indicador de mayor habilidad para retener nutrientes y agua

Relación superficie – tamaño.

Diámetro de una esfera (cm)	Clase textural	Volumen de la partícula	Número de partículas en el volumen	Superficie total (cm ²)
		$1/6\pi D^3$		$\pi D^2 \times N^o$ de partículas
1	Grava	$1/6\pi(1)^3$	1	3,14
0,1	Arena gruesa	$1/6\pi(1/10)^3$	1×10^3	31,42
0,002	Limo	$1/6\pi(2/1000)^3$	125×10^6	1570,8
0,0001	Arcilla	$1/6\pi(1/10000)^3$	1×10^{12}	31416
0,00001	Arcilla coloidal	$1/6\pi(1/100000)^3$	1×10^{15}	314160

Tamaño del
poro, rata de
infiltración,
aireación



Tamaño de Partícula

Influencia de la Textura

	Arena	Limo	Arcilla
Capacidad para retener agua	Baja	Media	Alta
Aireación	Buena	Media	Pobre
Drenaje	Rápido	Lento	Muy Lento
Retención de nutrientos	Baja	Media	Alta

Interpretaciones

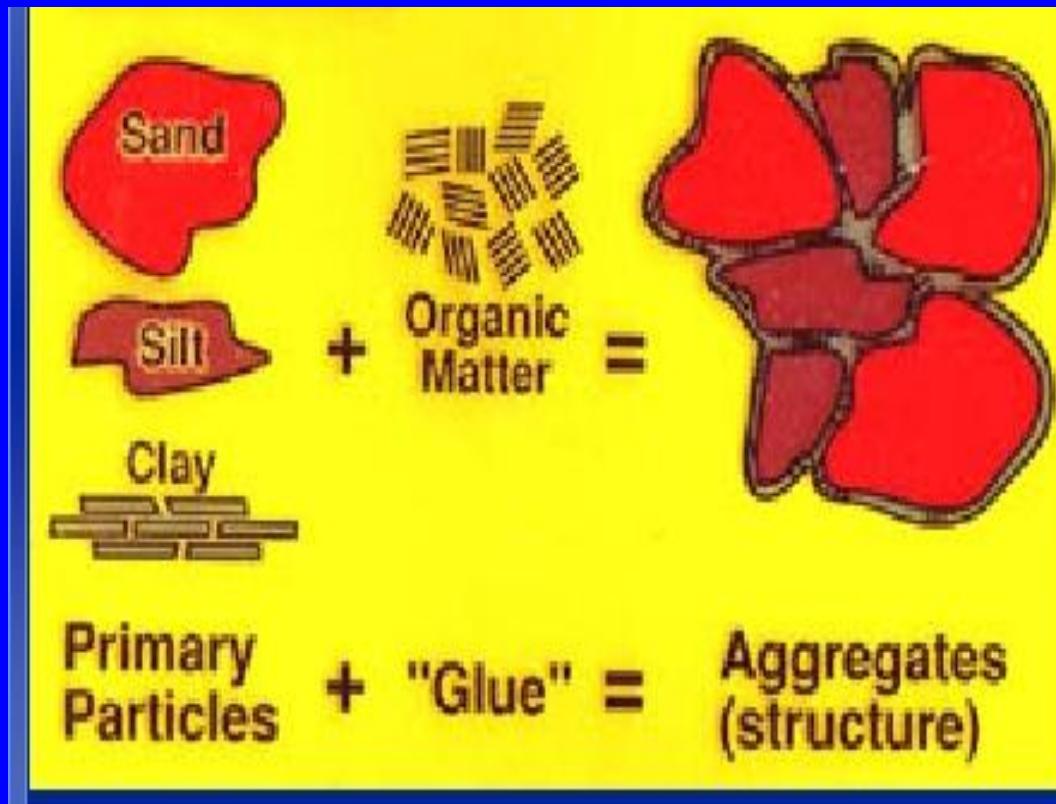
Génesis y Taxonomía de Suelos: Proporción de la arcilla formada en el suelo en relación con el tiempo de evolución el mismo

Discontinuidades litológicas: deducción por cambios abruptos.

Eluviación –Iluviación de arcilla: Horizonte Bt

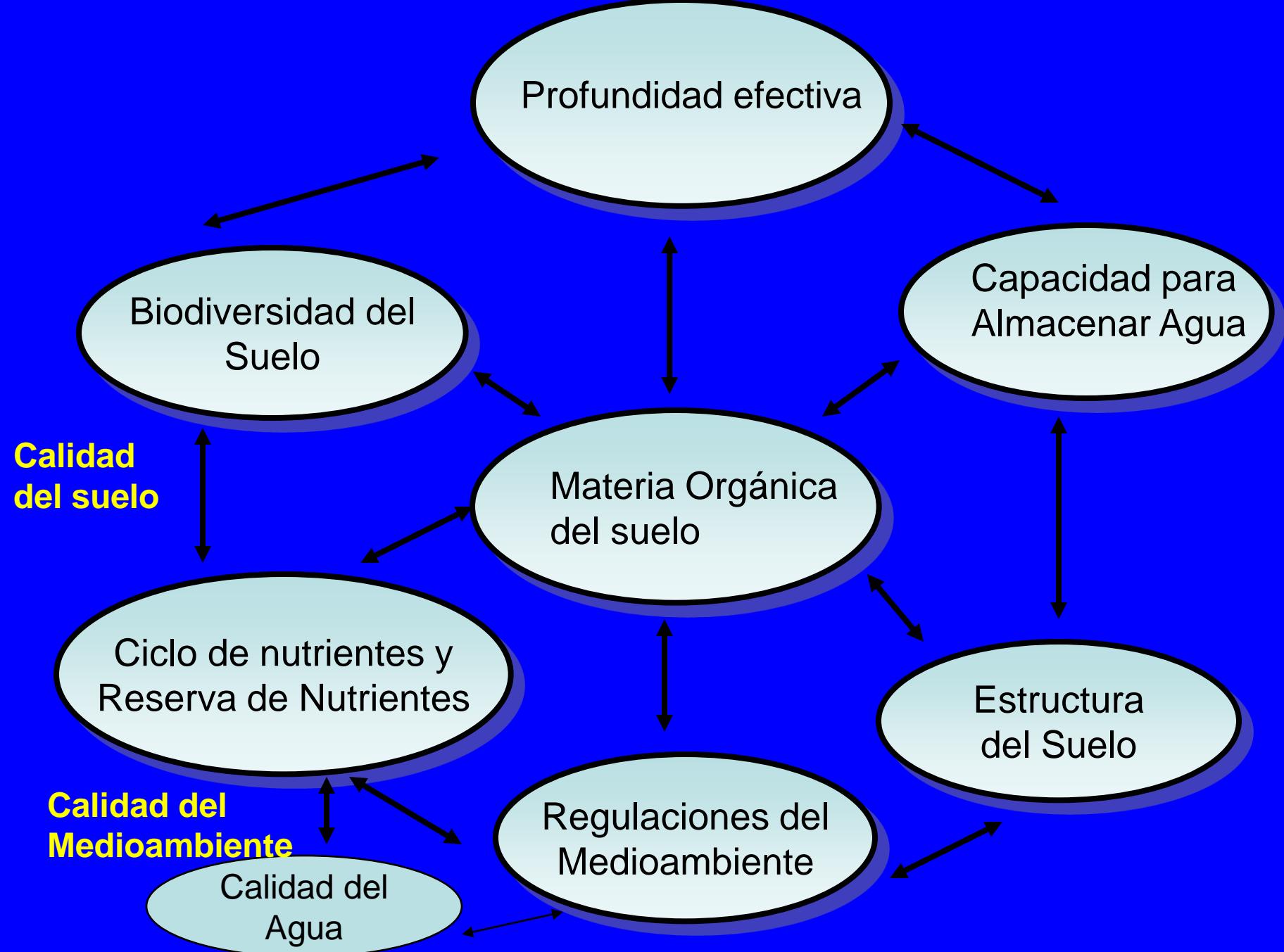
Estructura del Suelo

Es el arreglo y organización de las partículas en el suelo



Relación entre la Estructura y Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas

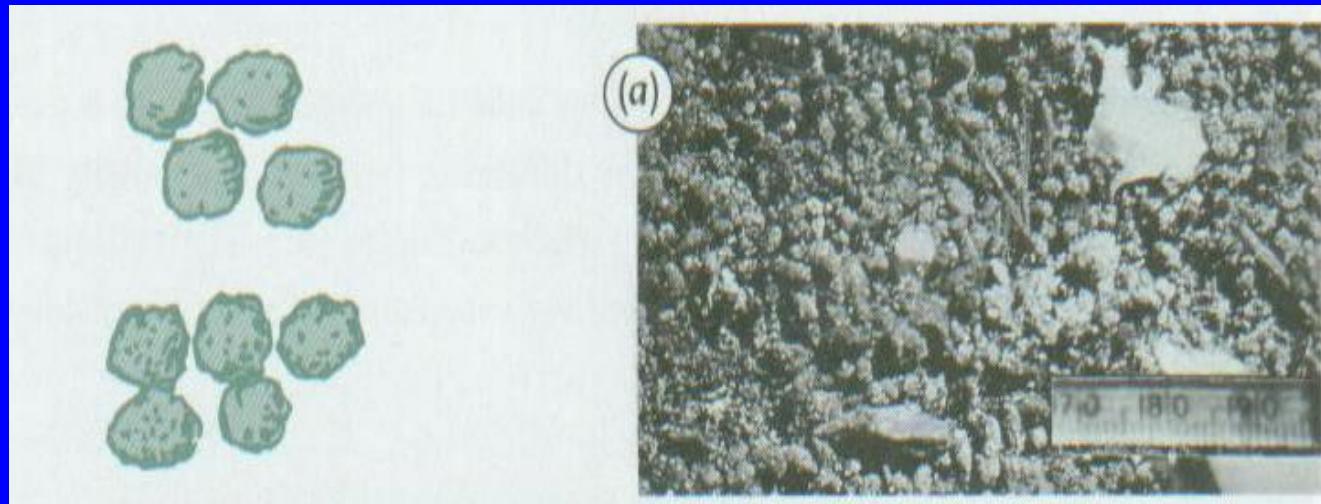
- Está fuertemente afectada por cambios en el clima, la actividad biológica, y las prácticas de manejo.
- Afecta la retención y transmisión de agua y aire en el suelo, así como las propiedades mecánicas del suelo.
- La observación y descripción de la estructura del suelo en el campo es subjetiva y cualitativa.

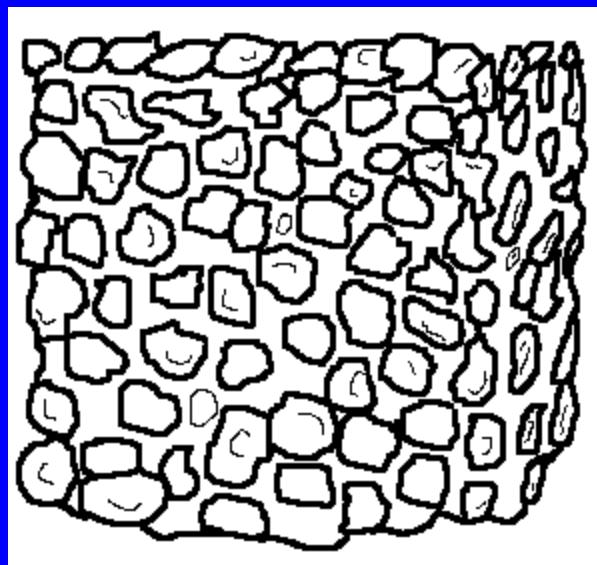
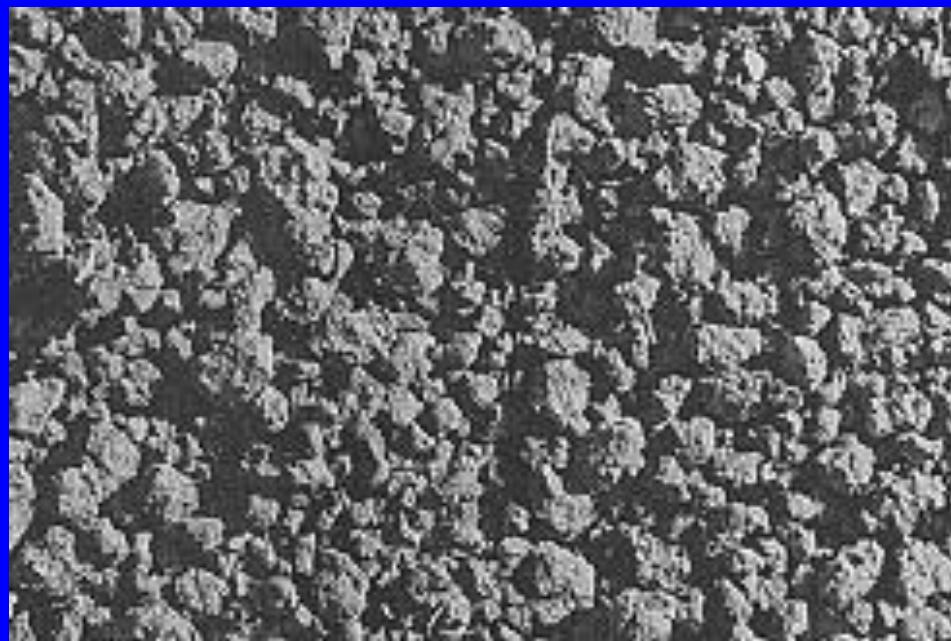


Tipos de Estructura

Estructuras Granulares

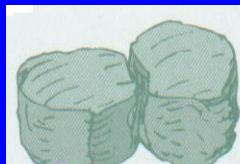
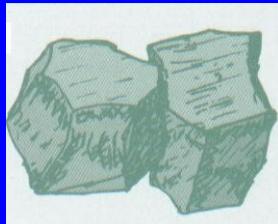
Se originan mediante fenómenos de construcción biológica, generalmente bajo la influencia de materiales orgánicos evolucionados y abundantes macroorganismos

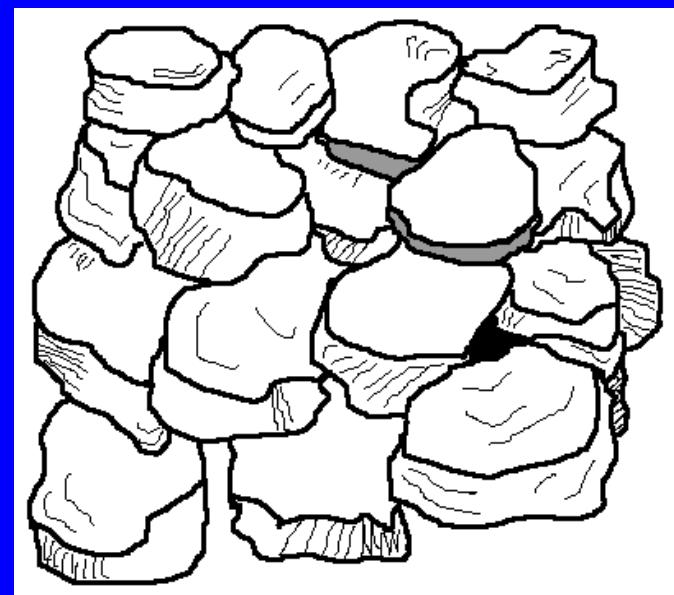
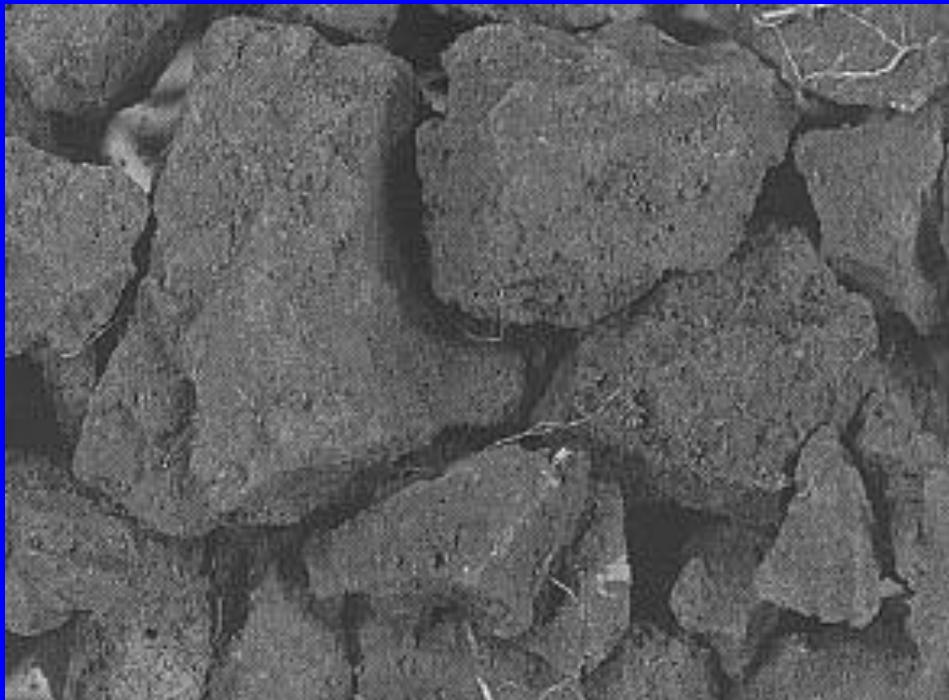




Estructuras blocosa angular y subangular

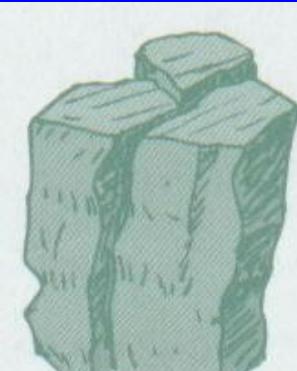
Estas estructuras se originan mediante fragmentación con abundantes coloides orgánicos e inorgánicos y alternancia de sequía y humedad.



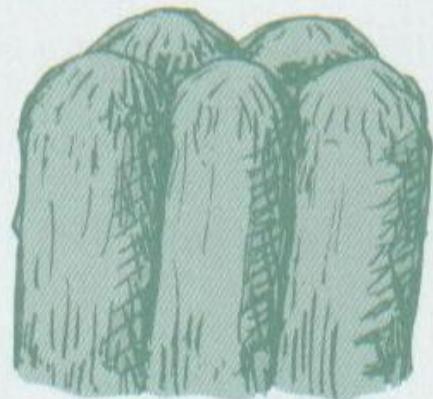


Estructuras en prismas

Presentan una génesis similar a las poliédricas, pero con mayor profundidad en los horizontes. Las prismáticas se asocian con suelos arcillosos y las columnares con suelos que presentan altas concentraciones de Sodio (Na)

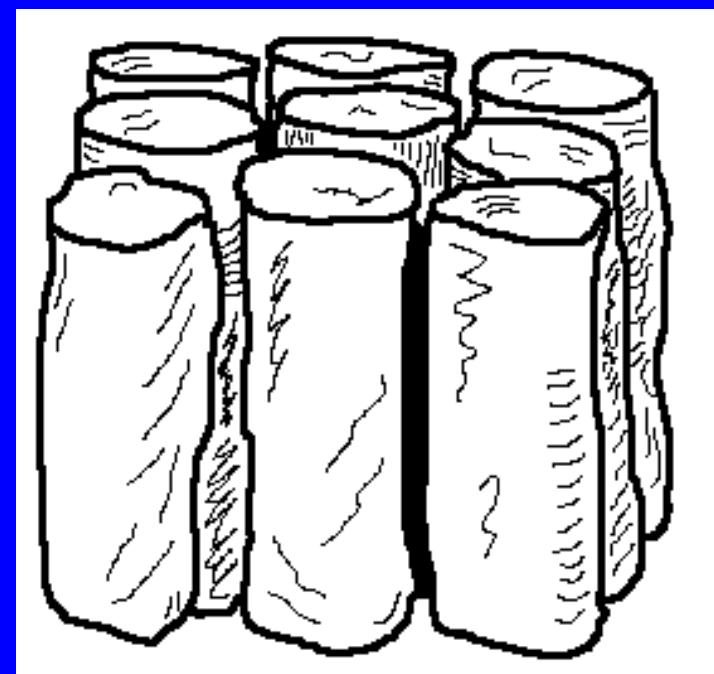
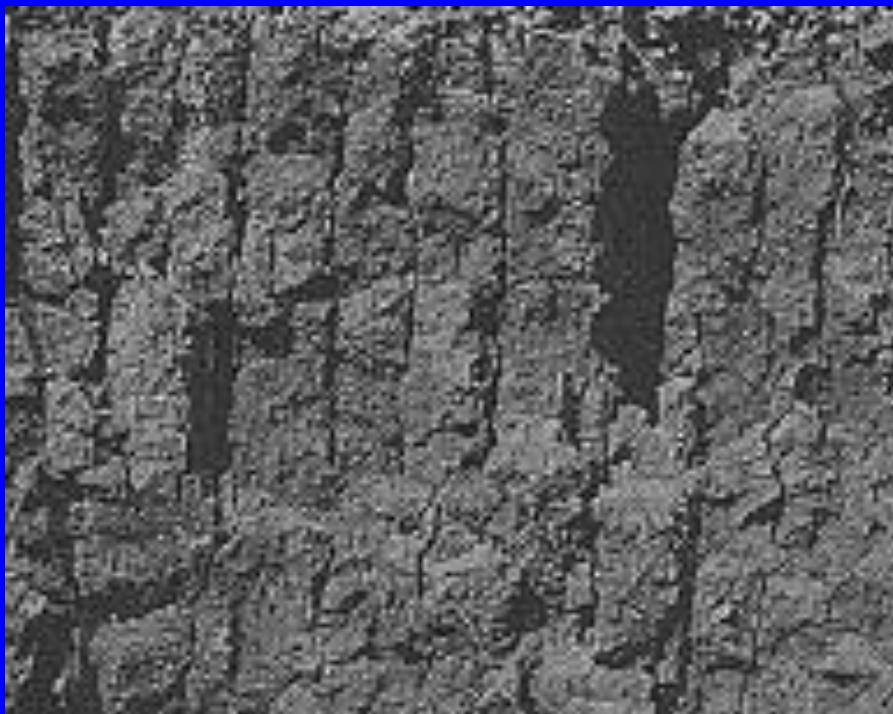


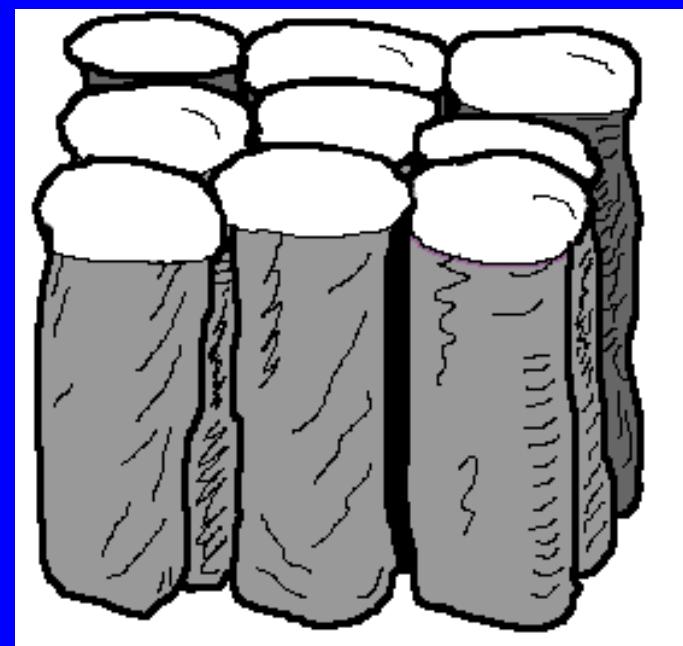
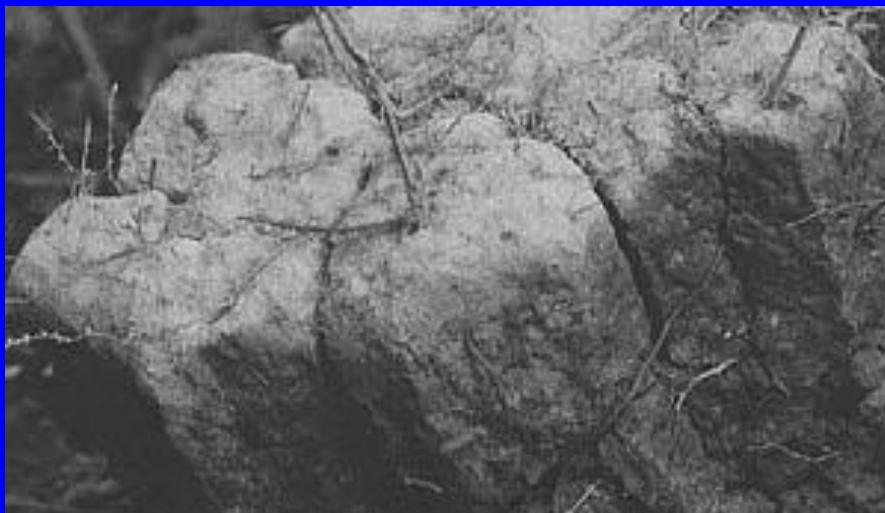
(f)



(e)

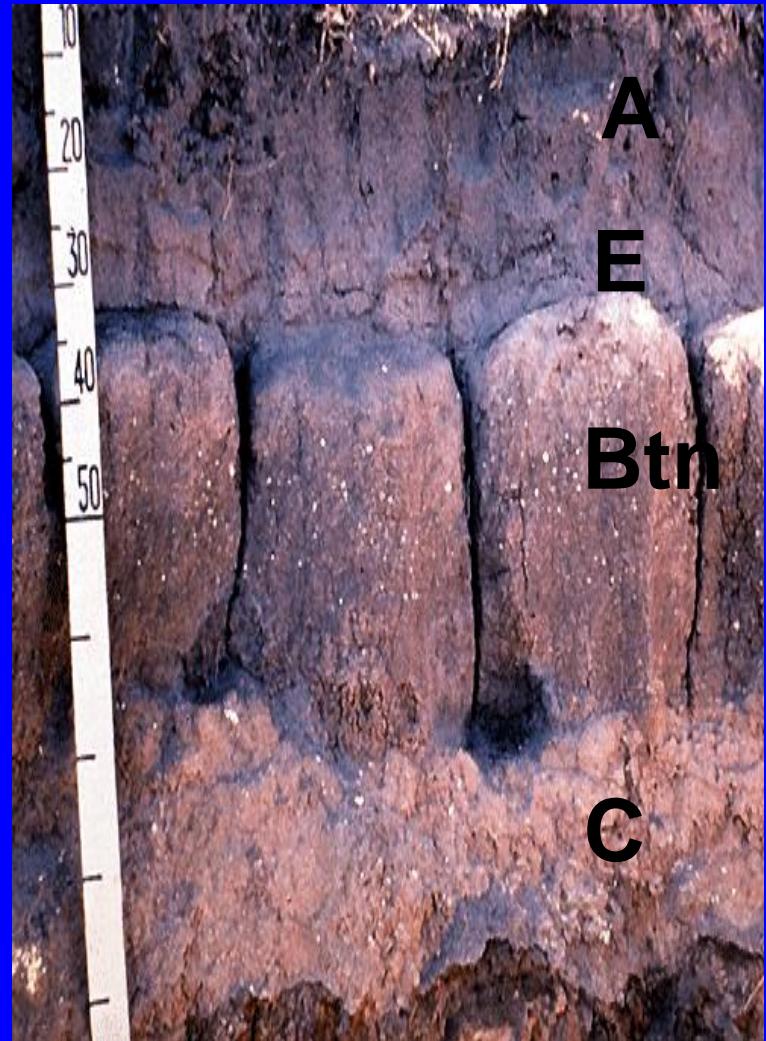






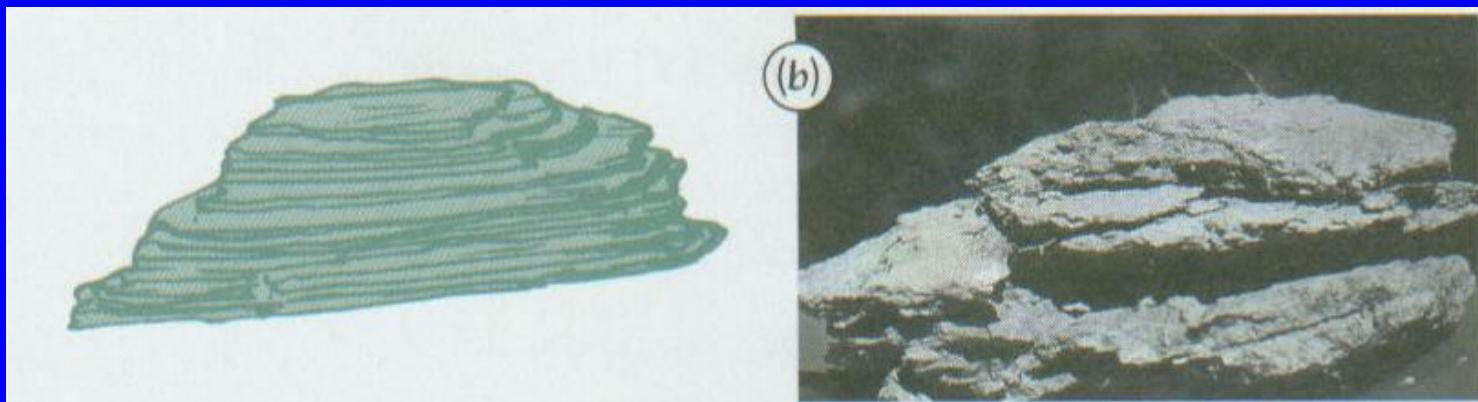
Nàtrico (Bn)

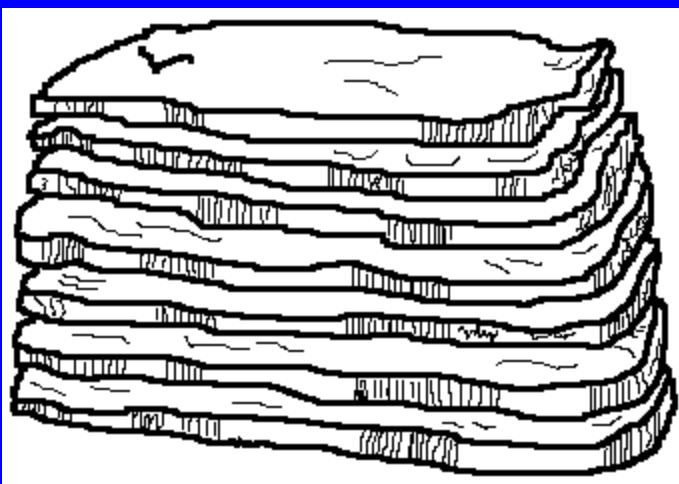
- Presenta todos los requisitos para argílico.
- Tiene 15% Saturación con Na intercambiable.
- Las estructuras predominantes son la columnar y la prismática



Estructuras laminares

Se asocian a procesos de hielo y deshielo (regiones periglaciales), baja evolución (herencia) sobre sedimentos y algunas rocas metamórficas) esquistios y filitas, condiciones semiáridas.

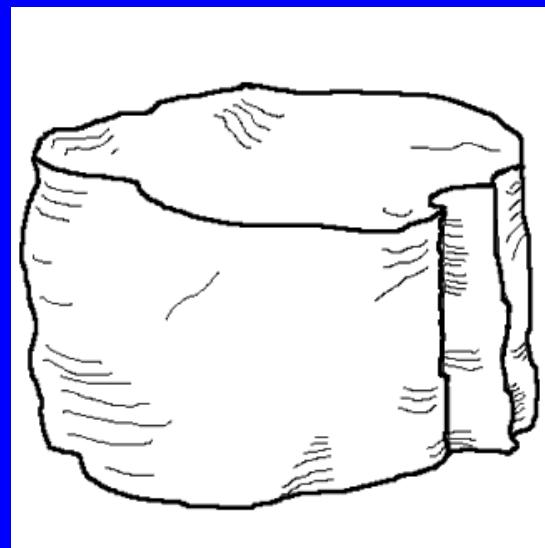




Estructuras Suelas y Masivas

Estas estructuras se asocian a suelos arenosos y suelos arcillosos, están asociadas a un bajo grado de desarrollo del suelo o carencia de agentes cementantes entre las partículas materiales orgánicos, carbonatos, óxidos de Fe y Al=





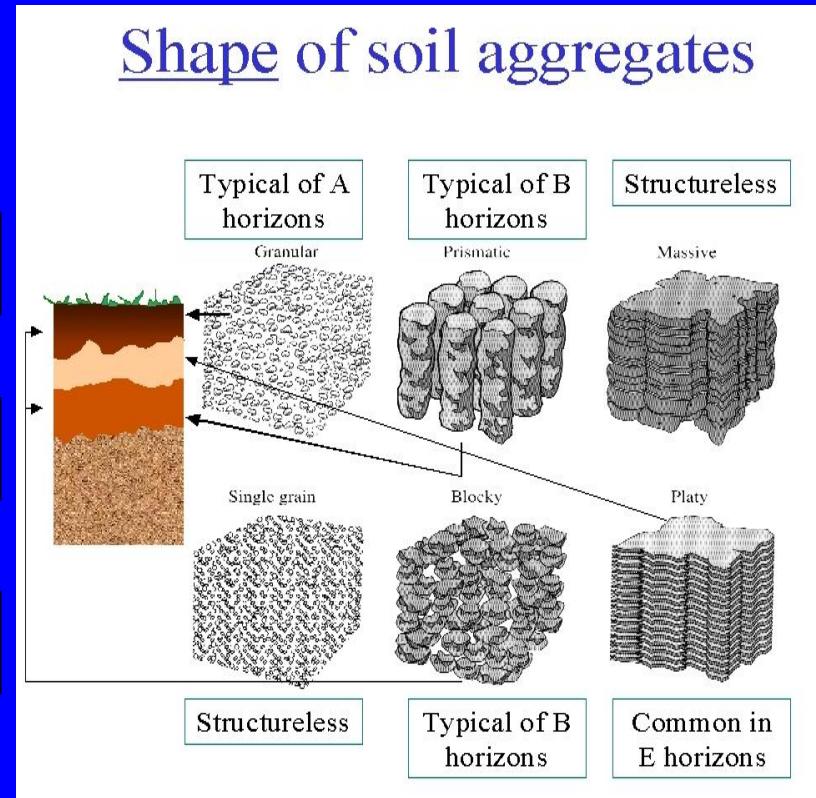
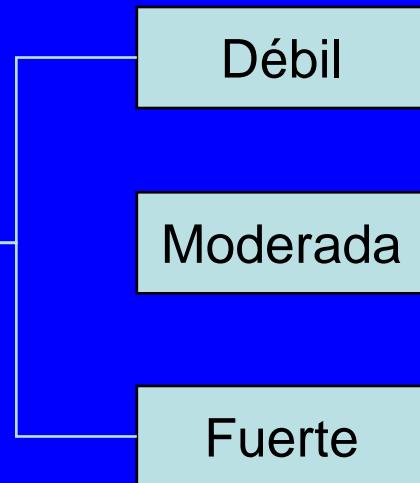
Grado de desarrollo de los agregados

GRADO	CODIGO	Criterio
Sin estructura	0	No se observan agregados en el perfil ni en la muestra.
Débil	1	Se observan agregados “in situ”, pero se destruyen al ser removidos del perfil.
Moderada	2	Los agregados pueden ser removidos del perfil sin ser destruidos.
Fuerte	3	Los agregados son rígidos y durables cuando son removidos del perfil.

TAMAÑO

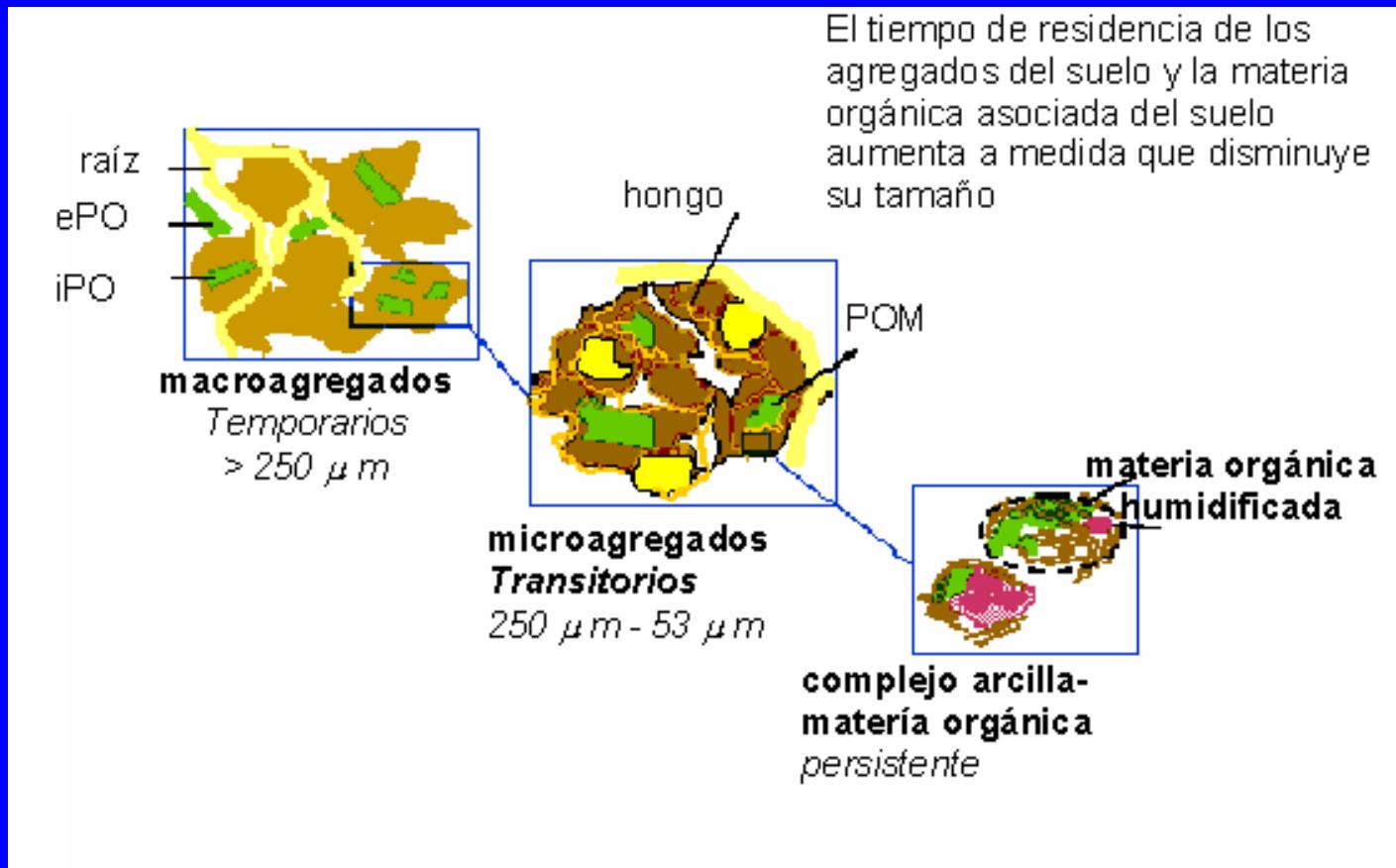
CLASE	CÓDIGO	Criterio		
		Granular o Laminar	Blocosa Angular o Subangular	Columnnar o Prismática
Muy fina	0	< 1	< 5	< 10
Fina	1	1 - 2	5 - 10	10 - 20
Media	2	2 - 5	10 - 20	20 - 50
Gruesa	3	5 - 10	20 - 50	50 - 100
Muy Gruesa	4	> 10	> 50	> 100

Grado de desarrollo de los agregados



Los agregados mejoran la calidad del suelo:

- Protegiendo la materia orgánica, entrampada en los agregados, de la exposición al aire y a la descomposición microbial.
- Haciendo decrecer la erosibilidad del suelo
- Mejorando el movimiento del agua y del aire (los agregados incrementan la cantidad de espacio de poros grandes) mejorando el ambiente físico para el desarrollo radicular mejorando el hábitat de los organismos del suelo.



Ubicación de la materia orgánica del suelo en la matriz del suelo;
ePOM: materia orgánica externa a las partículas; iPOM: materia orgánica interna en las partículas

La estabilidad de los agregados está afectada por la cantidad y tipo de los siguientes constituyentes del suelo (Kemper, 1966):

Contenido de materia orgánica del suelo:

La estabilidad de los agregados en general se incrementa con el contenido de materia orgánica .

Contenido de arcilla:

La estabilidad de los agregados se ve afectada por la cantidad y tipo de arcilla del suelo y generalmente se incrementa con el contenido de arcilla .

Contenido de Óxidos de Aluminio y Hierro:

Generalmente la estabilidad de agregados se incrementa con el contenido de óxido de hierro libre. En general los óxidos de aluminio libres no incrementan apreciablemente la estabilidad de agregados.

Contenido de Carbonato de Calcio:

El contenido de carbonato de calcio por lo general no afecta apreciablemente la estabilidad de agregados.

Contenido de Sodio Intercambiables:

La estabilidad de los agregados decrece con crecientes cantidades de sodio de intercambio. En general, agregados estables al agua son no-existentes en suelos con más de 20% de Na^+ intercambiable.

Consistencia del suelo

La consistencia se refiere a la interacción de fuerzas de cohesión (atracción molecular) y adhesión (tensión superficial) lo cual resulta en una resistencia a la deformación o ruptura cuando es sometido a un estrés.

Es una propiedad mecánica del suelo y depende mucho del estado de humedad.

En la consistencia del suelo intervienen muchos factores: cantidad y tipo de coloides y cationes, materiales orgánicos, óxidos-hidróxidos de Fe, Al, carbonatos y fundamentalmente el contenido de humedad.

Las determinaciones de consistencia en campo contemplan los siguientes aspectos: Dureza, friabilidad, adhesividad, plasticidad y compacidad, y se realizan según el contenido de humedad:

ESTADO DE HUMEDAD	PRUEBA ADECUADA
Cualquiera	Compacidad
Mojado	Plasticidad
	Adhesividad
Húmedo	Friabilidad
Seco	Dureza

Dureza – La consistencia en seco o dureza expresa la fragilidad de un agregado. Se evalúa tratando de romper un agregado de suelo seco al aire y presionándolo entre el pulgar y el índice.

DUREZA	CODIGO	Criterio
Suelto	0	Material no coherente, no se obtienen agregados intactos.
Blando	1	Se requiere un esfuerzo muy ligero (< 8 N) para romper los agregados entre los dedos.
Ligeramente duro	2	Se requiere una ligero esfuerzo (8 a 20 N) para romper los agregados entre los dedos
Moderadamente duro	3	Se requiere un esfuerzo moderado (20 a 40 N) para romper los agregados entre los dedos
Duro	4	Se requiere un gran esfuerzo (40 a 80 N) para romper los agregados entre los dedos
Muy duro	5	No se puede romper los agregados con los dedos, pero se rompen al aplicarle un esfuerzo moderado (80 a 160 N) entre las manos.

continuación

DUREZA	CODIGO	Criterio
Extremada-mente duro	6	Los agregados se rompen al presionarlos bajo el pie con el peso del cuerpo (160 a 800 N)
Rígido	7	Los agregados se rompen bajo un esfuerzo de 800 N a menos de 3 J.
Muy Rígido	8	Los agregados se rompen al dejarles caer un peso de 2 Kg. desde una altura de 15 cm. (≥ 3 J)

Friabilidad – La consistencia en húmedo o friabilidad expresa la fragilidad de un agregado en condiciones húmedas. Se evalúa humedeciendo un agregado sin dejarlo drenar agua y presionándolo entre el pulgar y el índice.

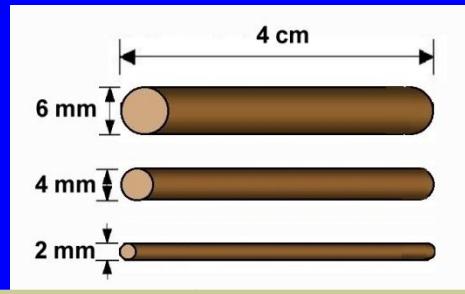
FRIABILIDAD	CODIGO	Criterio
Suelto	0	Material no coherente, no se obtienen agregados intactos.
Muy friable	1	Se requiere un esfuerzo muy ligero (< 8 N) para romper los agregados entre los dedos.
Friable	2	Se requiere una ligero esfuerzo (8 a 20 N) para romper los agregados entre los dedos
Firme	3	Se requiere un esfuerzo moderado (20 a 40 N) para romper los agregados entre los dedos
Muy firme	4	Se requiere un gran esfuerzo (40 a 80 N) para romper los agregados entre los dedos

FRIABILIDAD	CODIGO	Criterio
Ext. Firme	5	No se puede romper los agregados con los dedos, pero se rompen al aplicarle un esfuerzo moderado (80 a 160 N) entre las manos.
Lig. Rígido	6	Los agregados se rompen al presionarlos bajo el pié con el peso del cuerpo (160 a 800 N)
Rígido	7	Los agregados se rompen bajo un esfuerzo de 800 N a menos de 3 J.
Muy Rígido	8	Los agregados se rompen al dejarles caer un peso de 2 Kg. desde una altura de 15 cm. (≥ 3 J)

Adhesividad – La adhesividad expresa la facilidad con que un suelo se adhiere a otros objetos. Se estima al contenido de humedad en el que se observa la mayor adherencia cuando se presiona el material entre el pulgar y el índice.

ADHESIVIDAD	CODIGO	Criterio
No adhesivo	0	El material no se adhiere a los dedos.
Ligeramente adhesivo	1	El material se adhiere a uno de los dedos.
Adhesivo	2	El material se adhiere a ambos dedos.
Muy adhesivo	3	El material se adhiere fuertemente a ambos dedos.

Plasticidad – La plasticidad expresa la facilidad con que el suelo puede ser moldeado. Para evaluarla se humedece el suelo y se amasa en la mano formando un cilindro de aproximadamente 4 cm de largo.



PLASTICIDAD	CODIGO	Criterio
No plástico	0	No se puede formar un cilindro que soporte su propio peso.
Ligeramente plástico	1	Se puede formar un cilindro de 6 mm de diámetro que soporte su propio peso.
Moderadamente plástico	2	Se puede formar un cilindro de 4 mm de diámetro que soporte su propio peso.
Muy plástico	3	Se puede formar un cilindro de 2 mm de diámetro que soporte su propio peso..

Compacidad – La compacidad se refiere al grado de unión que existe entre las partículas. Se evalúa introduciendo un cuchillo en el horizonte.

COMPACIDAD	CODIGO	Criterio
No coherente	0	El cuchillo penetra sin esfuerzo hasta el mango.
Poco compacto	1	Se requiere un ligero esfuerzo para introducir el cuchillo.
Moderadamente compacto	2	El cuchillo penetra sólo en forma parcial, aun aplicando un gran esfuerzo
Muy compacto	3	No se puede hundir el cuchillo más de unos mm.

Densidad del Suelo

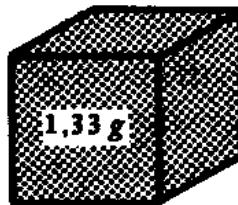
La densidad se define como la masa (o peso) de una unidad de volumen de sólidos del suelo y es llamada **densidad de la partícula**

La **densidad de volumen o densidad aparente** se define como la masa por unidad de volumen de suelo seco, este puede incluir, desde luego, todos los sólidos como los poros.

En el campo, 1 cm^3 de un suelo dado aparece como sigue:

Si todos los sólidos estuvieran comprimidos hacia abajo, el cubo aparecería como sigue:

sólidos y espacios porosos



Para calcular la densidad de volumen del suelo:

$$\text{volumen} = 1 \text{ } cm^3 \text{ peso} = 1,33 \text{ g}$$

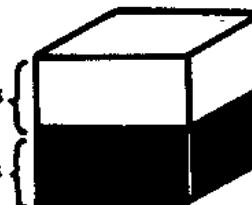
$$\text{densidad} = \frac{\text{peso del suelo}}{\text{volumen del suelo}}$$

Así:

$$\text{densidad} = \frac{1,33}{1} = 1,33 \text{ g/cm}^3$$

$\frac{1}{2}$ espacios porosos

$\frac{1}{2}$ sólidos



Para calcular la densidad de las partículas sólidas:

$$\text{volumen} = 0,5 \text{ } cm^3 \text{ peso} 1,33 \text{ g}$$

$$\text{densidad de las partículas sólidas} = \frac{\text{peso de los sólidos}}{\text{volumen de los sólidos}}$$

Así:

$$\text{densidad de las partículas sólidas} = \frac{1,33}{0,5} = 2,66 \text{ g/cm}^3$$

Fig. 1 Diagrama representativo o de la densidad de volumen y de las partículas del suelo.

En este caso particular, la densidad de volumen es la mitad de la densidad de las partículas y 50 % los espacios porosos.

Factores que afectan la densidad real o de partículas

- **Contenido mineralógico:**

La composición mineralógica del suelo determina el peso específico de este.

Cuarzo 2,6 - 1,7

Feldespato ortoclasa: 2,54 – 2,57

Feldespato oligoclasa 2,65

Mica 2,8 – 3,2

Calcita 2,72

- **Contenido de Materia Orgánica:** Como la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales.

Factores que afecta la Densidad Aparente:

- **Textura:**

Los suelos de partículas mas finas poseen densidades mas bajas que aquellos de partículas mayores

Suelos arcillosos 0,90 - 1,2 g / cm³

Suelos arenosos 1,2 - 1,6 g / cm³

- **Estructura:**

A medida que existe granulación en el suelo tiende a aumentar el espacio poroso y por lo tanto disminuye la densidad aparente

- **Compactación:**

A medida que un suelo se compacta, disminuye la porosidad y aumenta la densidad

- **Materia orgánica:**

Incrementa la granulación y estructura de las partículas, lo cual aumenta la porosidad y disminuye la densidad aparente

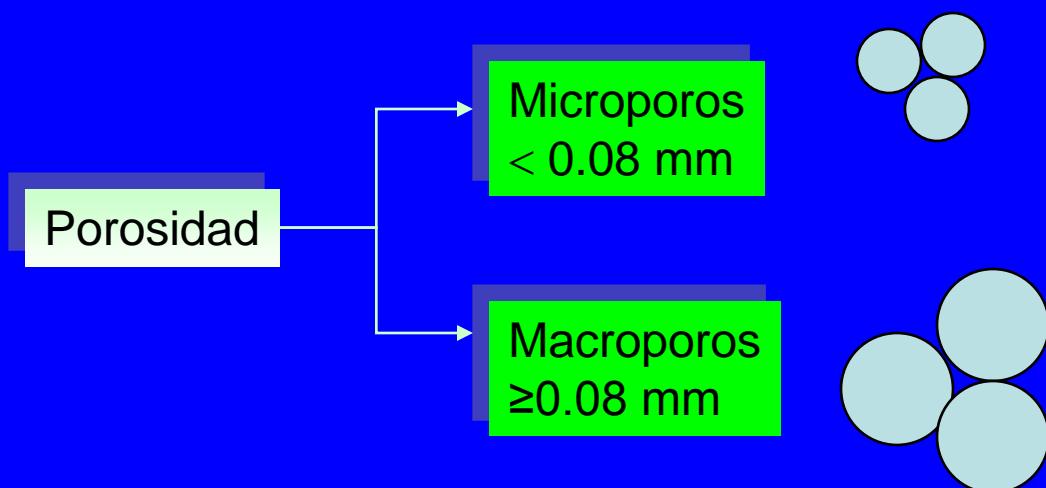
Porosidad del Suelo

La porosidad del suelo se define como el volumen total de espacios y canales que existen dentro del cuerpo de suelo

$$PT = \left(1 - \frac{d}{D}\right) * 100$$

d = densidad aparente

D = densidad real (2,65 g/cm³)



Clasificación del poro	Tamaño diámetro (μ)	Función de los poros
Grandes	60	Aireación e infiltración
Medios	60 - 10	Conducción del agua
Pequeños	10 – 0.2	Almacenamiento de agua aprovechable

Efecto de 50 años de cultivo continuo sobre los macroporos y microporos en un suelo de textura fina

Historia suelo	MO %	PT %	MA %	MI %	Densidad aparente g·cm ⁻³
0 -15 cm					
Forestal	5.6	58.3	33	26	1.11
Cultivo	2.9	50.2	16	34	1.33

MO = materia orgánica, PT = porosidad total MA = macroporosidad, Mi = microporosidad

Color del Suelo

Color de los suelos

Provee información que puede asociarse con algunas propiedades (Fácil de determinar)



Altos contenidos de MO

Fertilidad

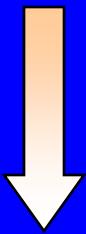
Problemas de drenaje

Aspectos genéticos

Criterio usado en clasificaciones de suelo

Criterio usado para diferenciar horizontes A

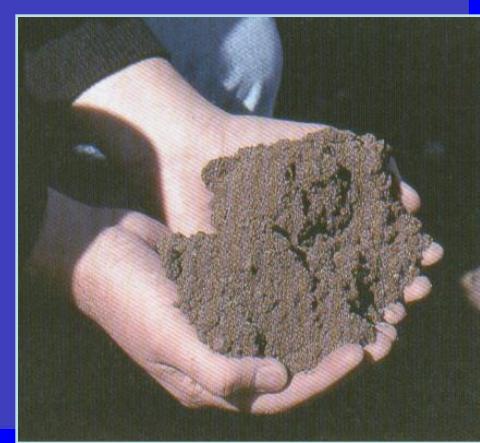
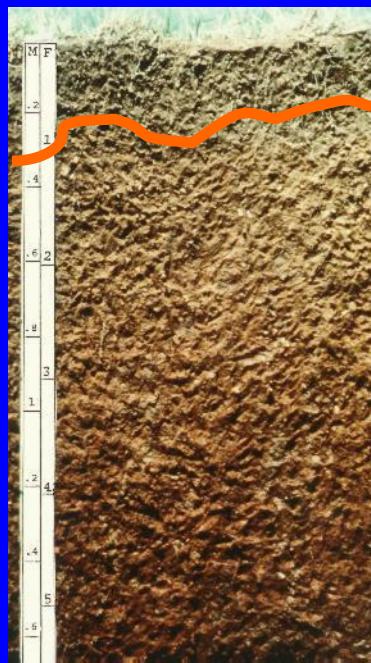
Colores Oscuros

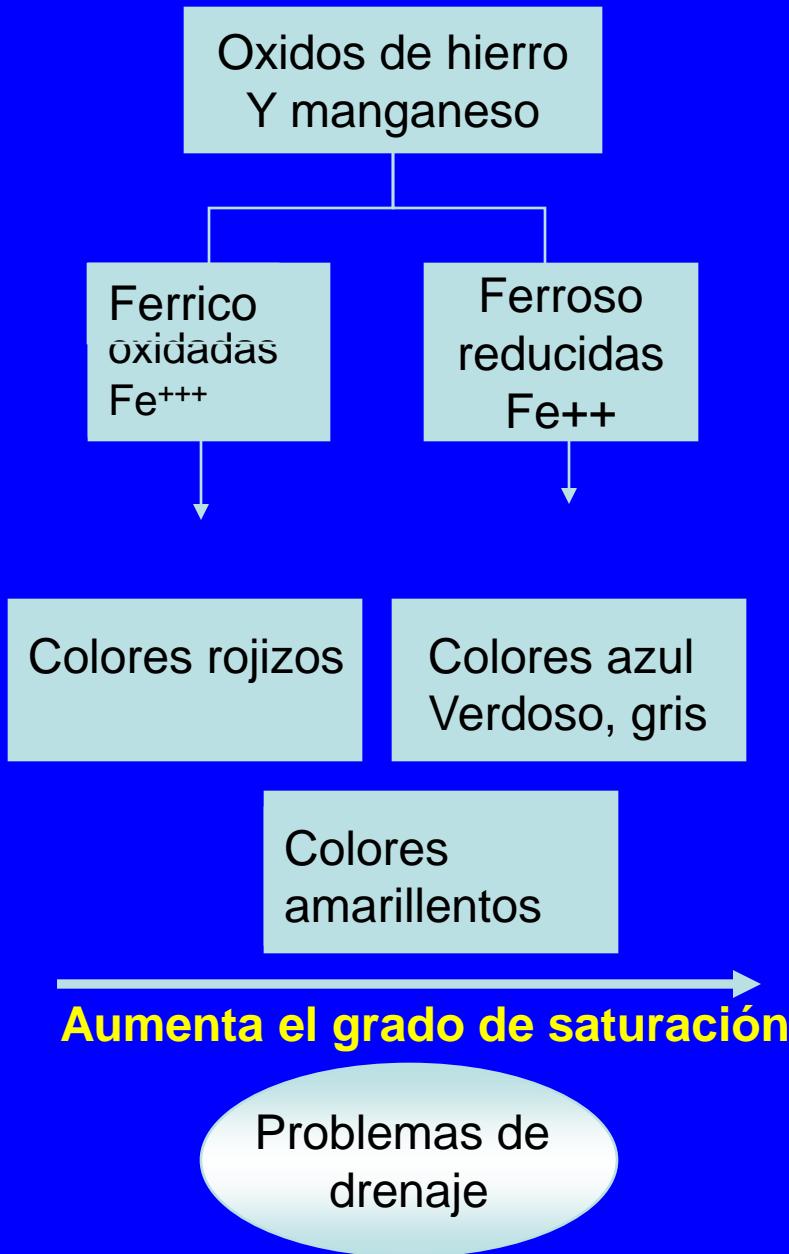


Altos
contenidos
de MO



Fertilidad





Agentes responsables del color en el suelos

Materia Orgánica.
Compuestos y elementos:
Hierro
Manganoso
Calcio

Medición y Clasificación del Color del Suelo

- La tabla Munsell
- En este sistema una pequeña muestra de suelo es comparada con los diferentes colores que presenta la tabla Munsell para obtener una precisa clasificación del color
- El color tiene tres elementos:
Hue
Value
Chroma



Color del Suelo

HUE (MATIZ)

VALUE (LUMINOSIDAD)

CHROMA (PUREZA)

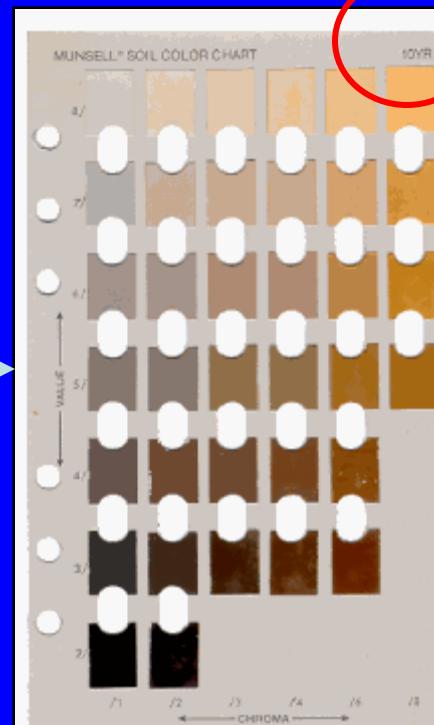
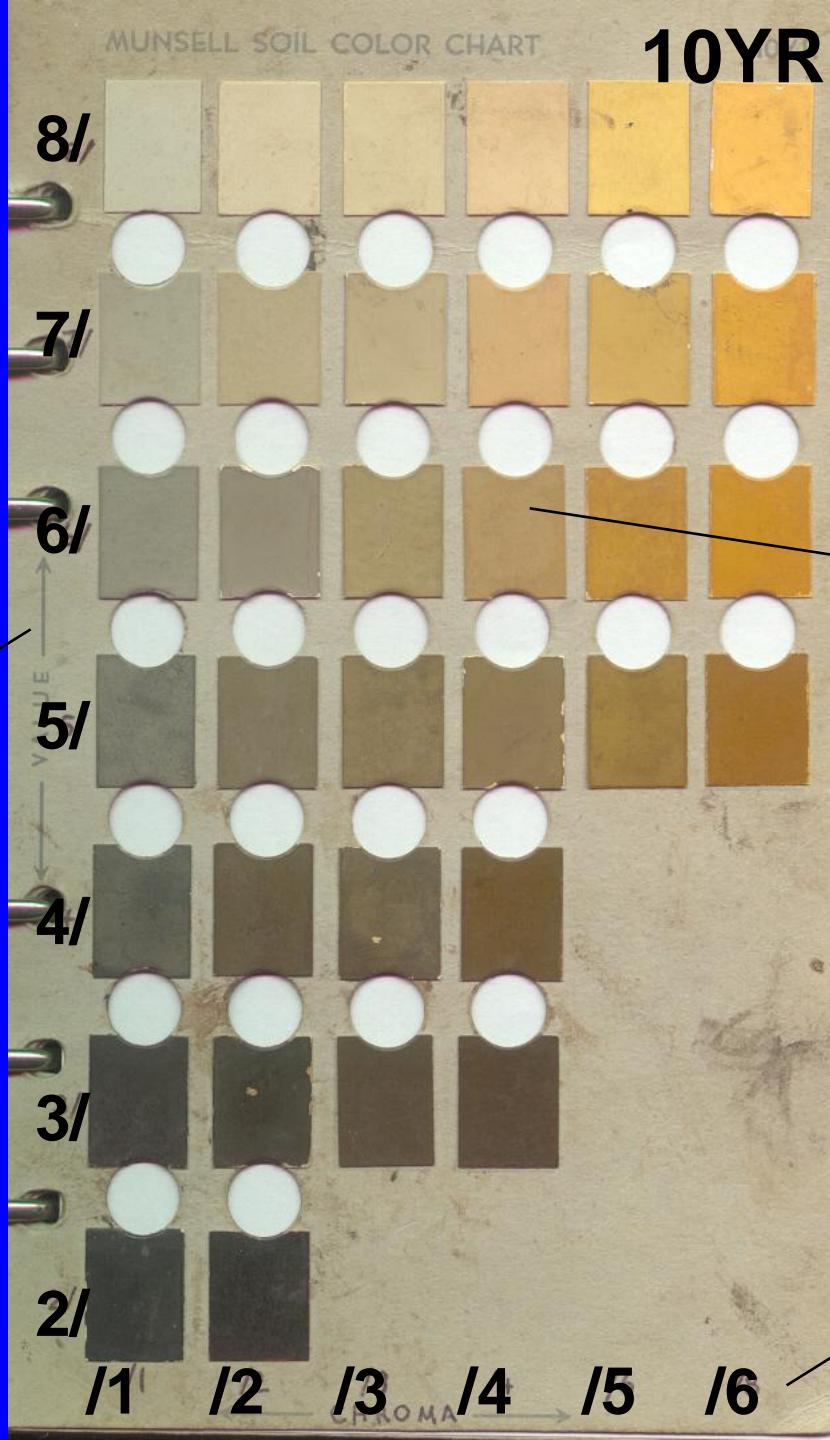


Tabla Munsell:

value
intensidad

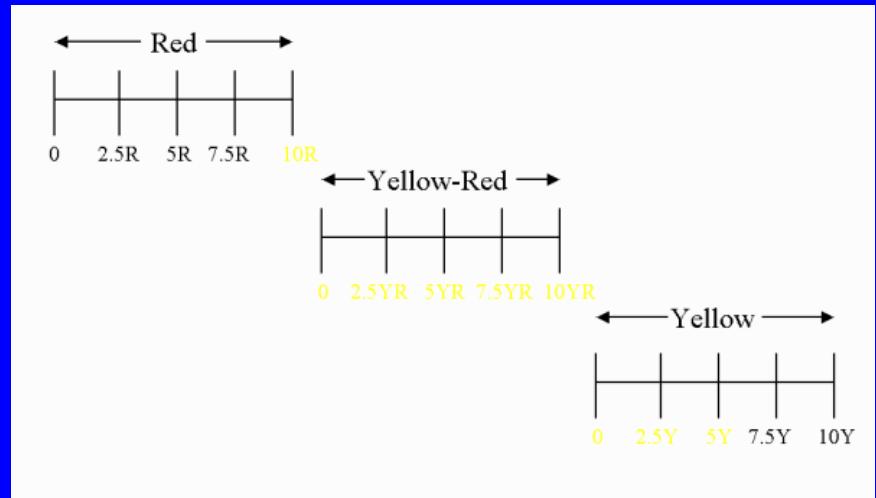


hue, color
espectral
dominante

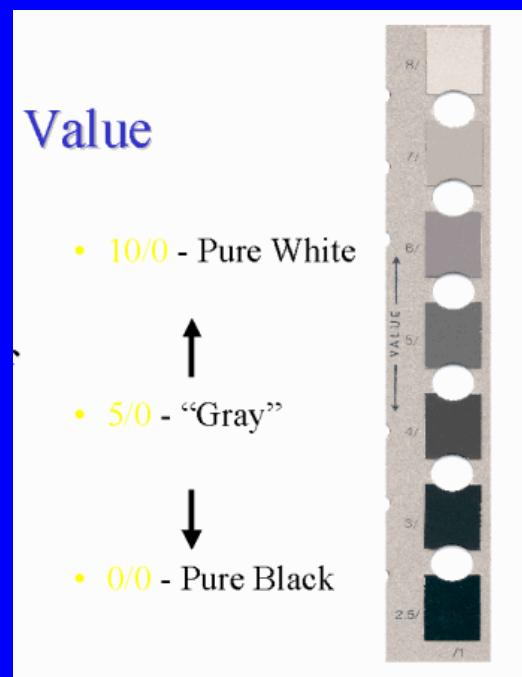
10YR 6/4

Chroma,
pureza

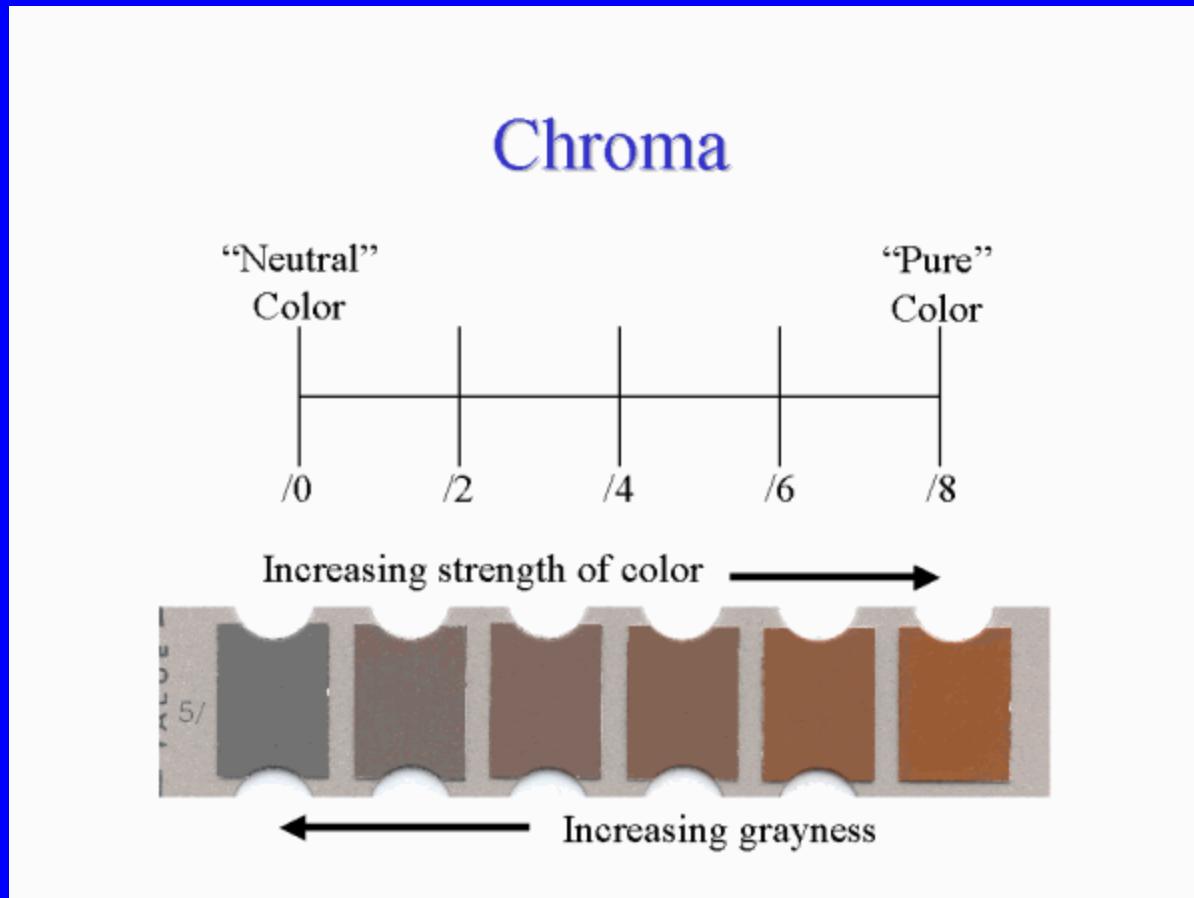
HUE (MATIZ): Color dominante reflejado



Value (Luminosidad):
Es una medida de lo
claro u oscuro del color
del suelo

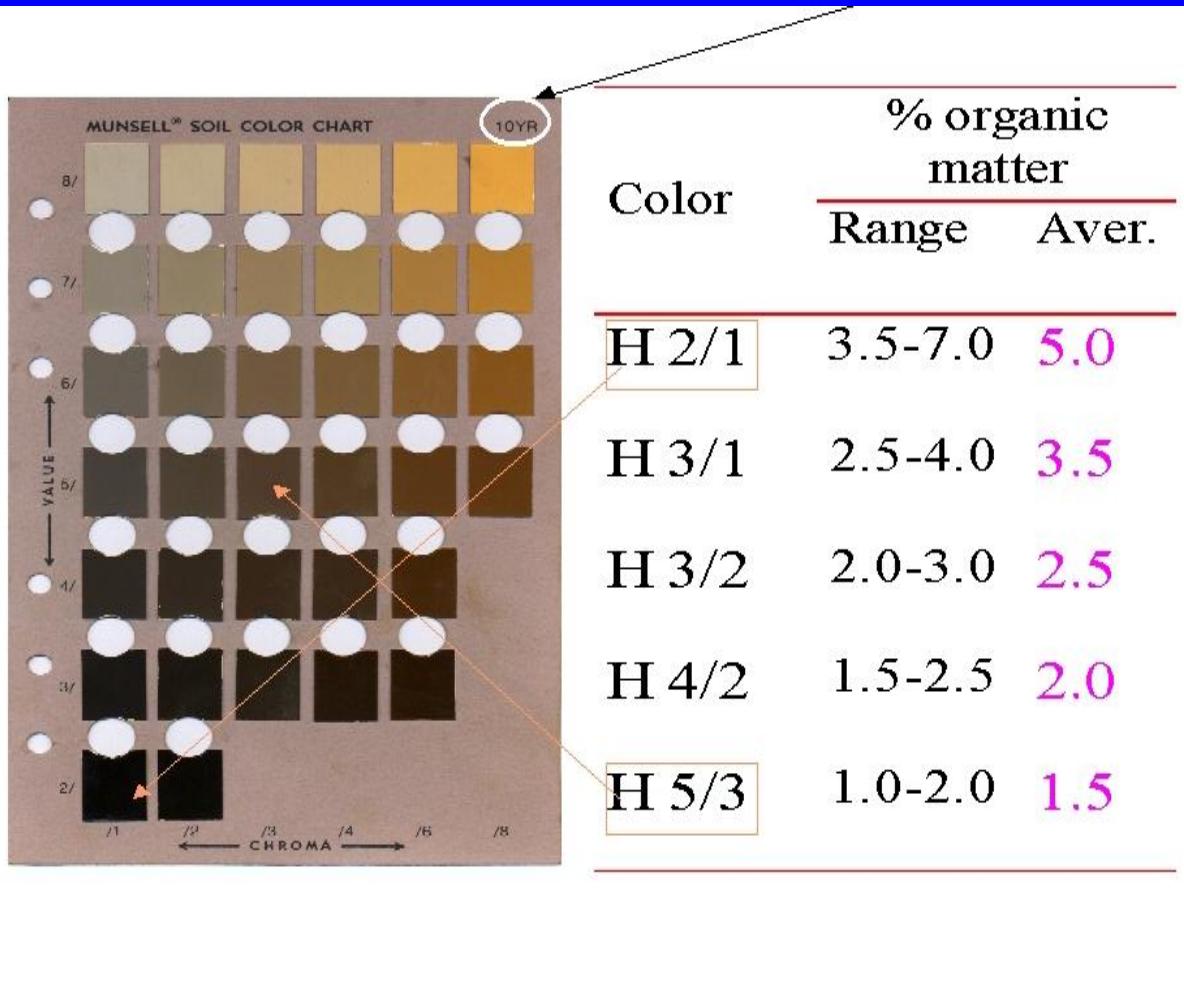


Chroma (Pureza) Es determinado por el número de longitudes de onda que refleja el suelo



Como se determina el Color del Suelo

HUE 10YR



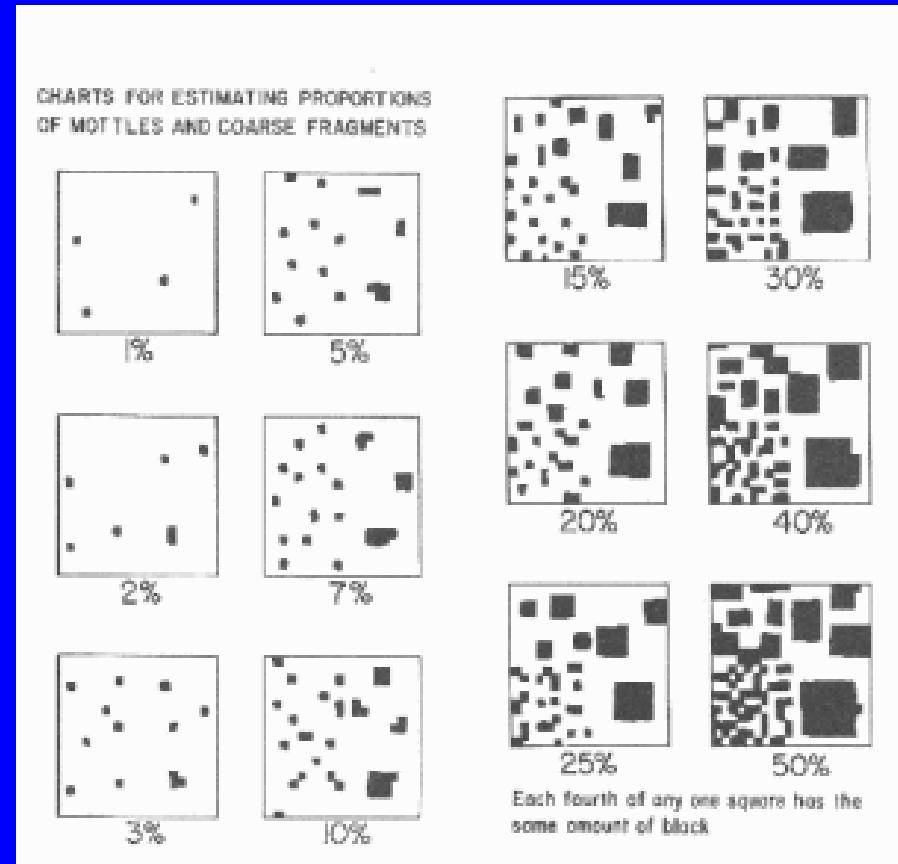
Como se describe el color

- Color dominante de la matriz
- Características redomórficas (Color óxido-reducción)



Abundancia y Tamaño del moteado

Pocas	< 2%
Frecuentes	2 – 20%
Muchas	> 20%
Pequeño	< 5 mm
Mediano	5 – 15 mm
Grande	> 15 mm



Contraste de color

Débil : moteado no evidente y reconocible solo por observación detallada

Claro : manchas se observan con facilidad, ya que hay una marcada diferencia entre el color principal del suelo y el color del moteo

Prominente: moteado intenso que constituye una de las características fundamentales del horizonte

Concentraciones de Hierro

Manchas moteados

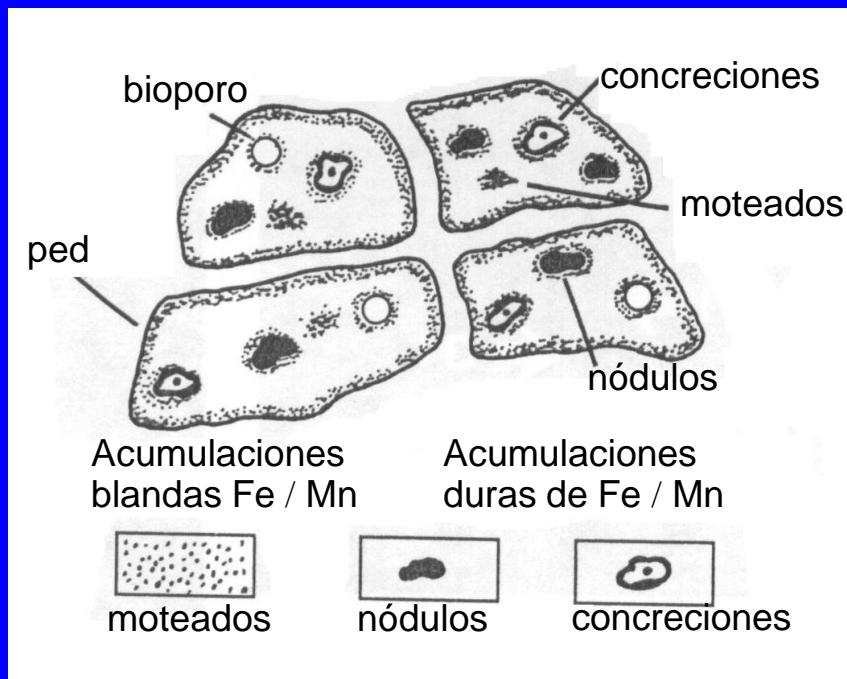
Acumulaciones blandas y su forma es variable 5YR, 10R, 2.5R, 5YR, 7.5YR, 10YR

Nódulos

Acumulaciones duras, las cuales cuando se rompen tienen una superficie uniforme 10R, 5R, 2.5 YR

Concreciones

Acumulaciones duras, las cuales cuando se rompen presentan capas concéntricas 10R, 5R, 2.5 YR



Fe mineral

Hematita

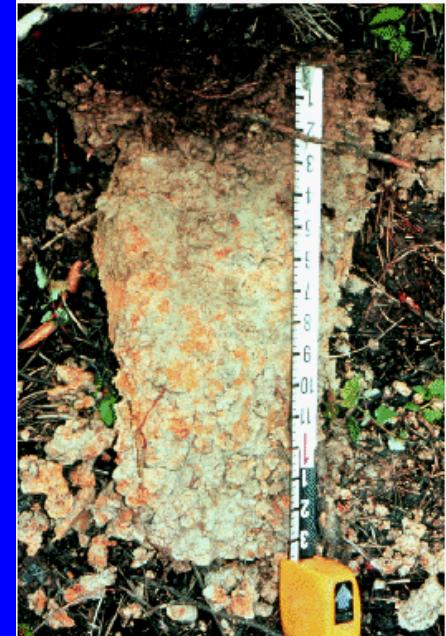
10R,5R,2.5YR

Ferrihydrita

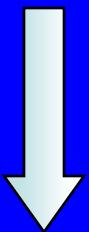
Goetita

Jaroisita

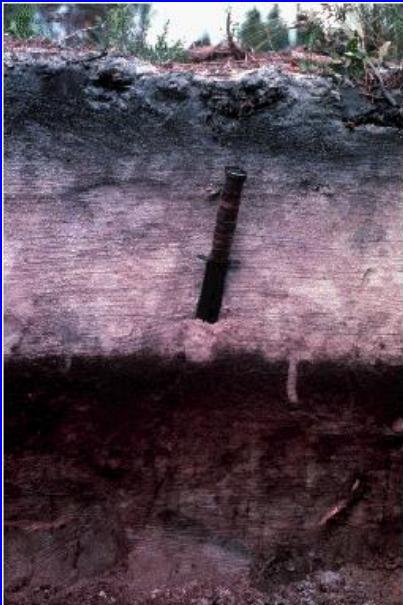
Lepidocrosita



Hidromorfismo



La morfología producida por la acción del agua



Saturación intensiva
Colores grises
Gl. Chromas ≤ 2

Se satura en una época
Colores grises
Seudoglay

