

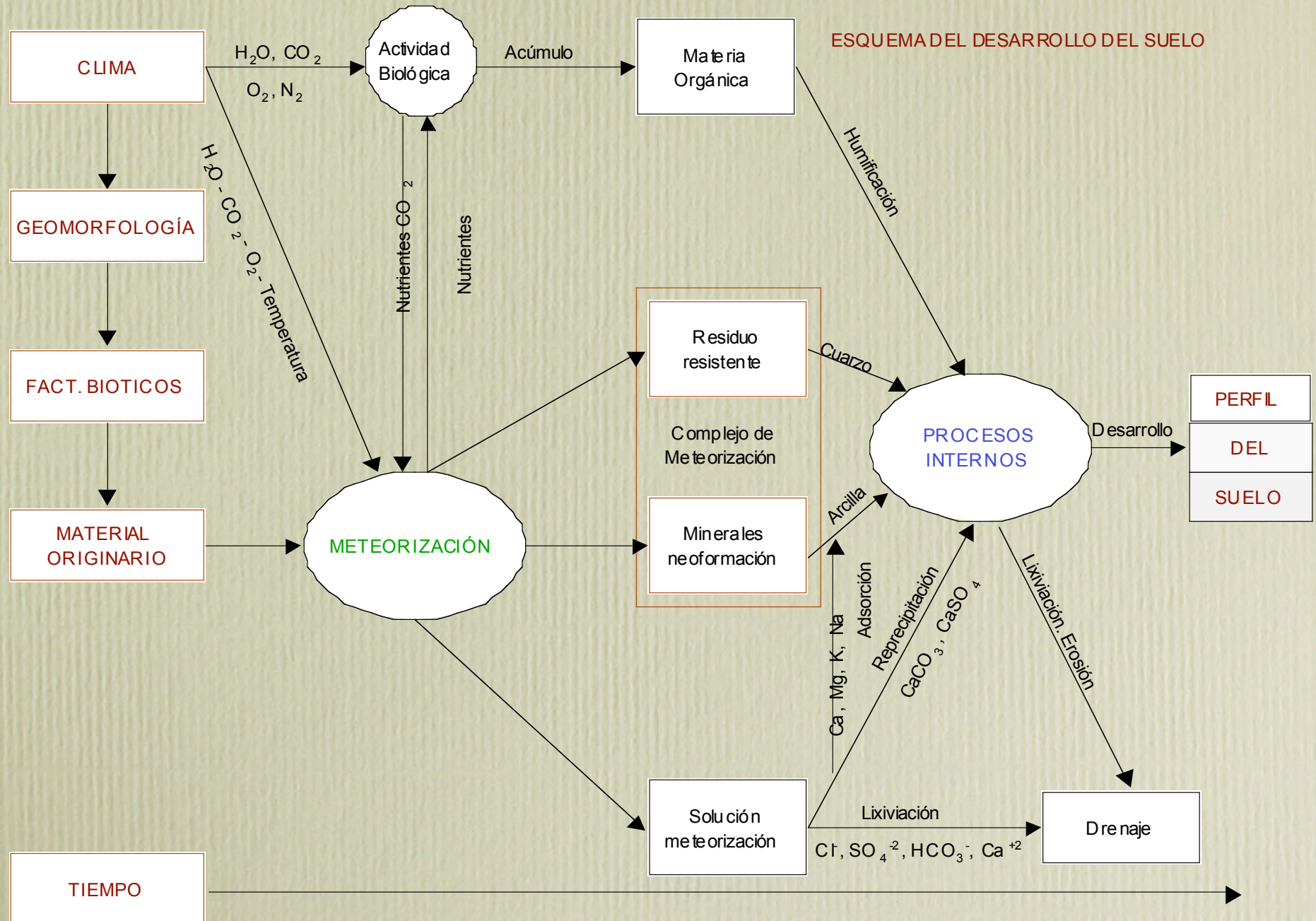
Génesis de suelos

2. Génesis del suelo

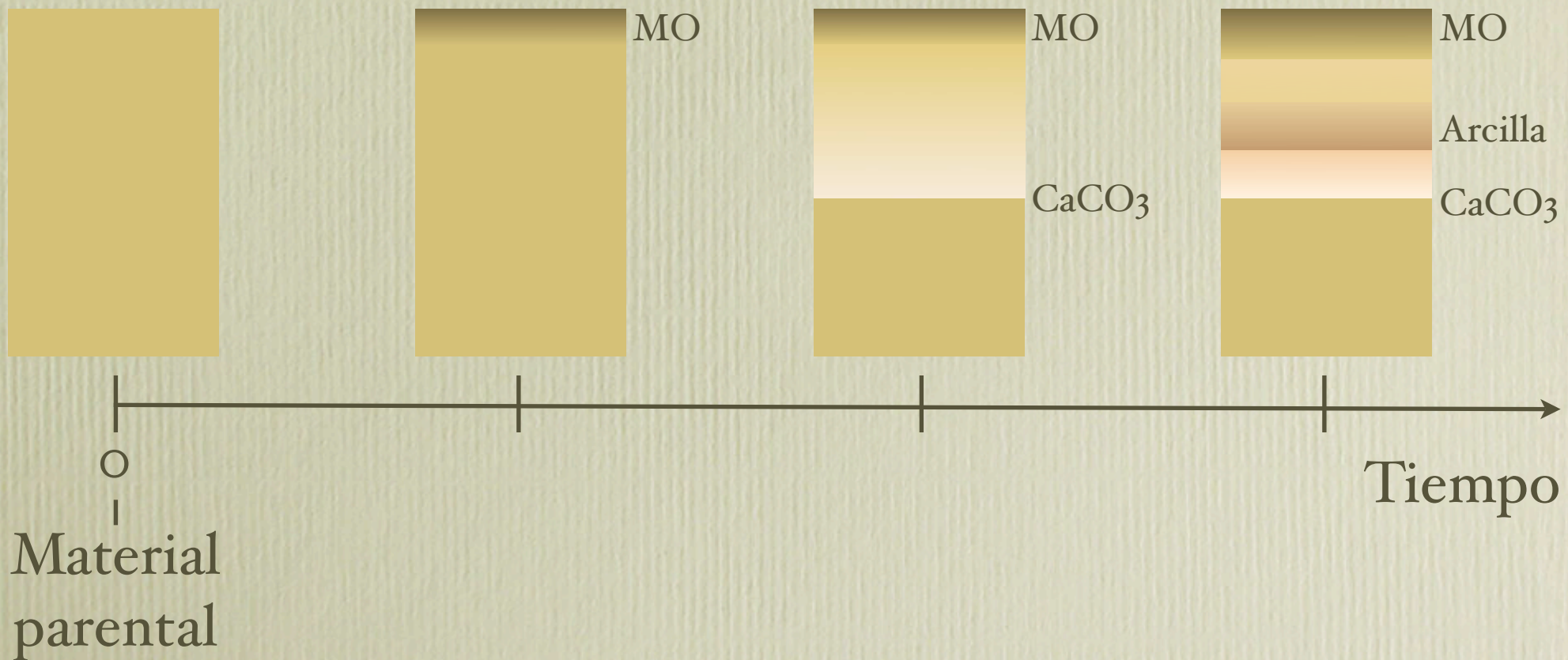
I. Factores y Procesos Formadores

- El suelo procede de la roca madre o material parental, que se altera por la acción de los factores ambientales, sufriendo una serie de procesos que transforman el material originario y por los que se forma el suelo con unas propiedades y morfología definidas.
- El carácter y el desarrollo de un suelo está controlado por factores externos del medio ambiente en el cual ocurre u ocurrió este desarrollo, de tal forma que el resultado final depende de la actuación de estos factores.
- Los factores que intervienen en la génesis del suelo son diversos (clima, geomorfología, factores bióticos, material original y tiempo), dando lugar al perfil del suelo mediante los procesos de formación.

I. Factores y Procesos Formadores



Ejemplo: evolución de un suelo sobre una marga caliza bajo un clima árido



Suelo y factores formadores

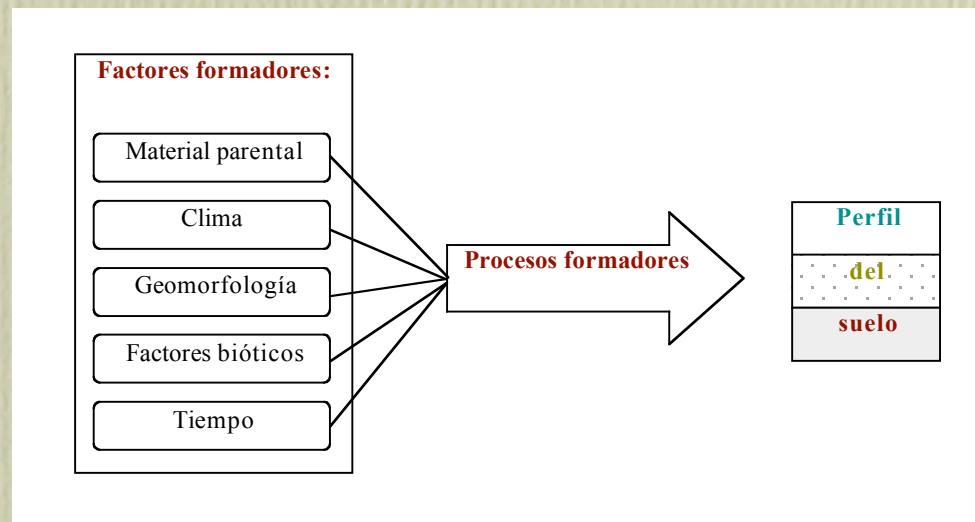
- La relación entre el suelo y sus factores formadores puede expresarse de la siguiente forma: “El carácter del suelo viene determinado por la acción de ciertos procesos que dependen del clima (por tanto factor activo en la formación del suelo) modificados por la geomorfología (factor activo indirecto). Estos procesos actúan directamente a través de la vegetación (factor activo pero condicionado por el suelo, clima, topografía y, hasta que se alcance el clímax, por el tiempo) o indirectamente a través de otros factores bióticos sobre un material originario dado (agente pasivo) que se ha visto afectado por procesos de meteorización a lo largo del tiempo y que afecta así, aunque no directamente, el resultado final.”

2. Factores formadores

- Como hemos visto, el carácter y desarrollo de un suelo está controlado por factores externos del medio ambiente en el cual ocurre u ocurrió este desarrollo, de tal forma que el resultado final depende de la actuación de estos factores.
- En general, “un factor formador del suelo es cualquier agente, fuerza, condición o relación o combinación de ellas que influye, ha influido o puede influir sobre el material originario del suelo, con potencialidad para alterarlo”

Factores formadores

- Según ésta definición los factores formadores del suelo podrían ser muchísimos; sin embargo, la mayoría de los científicos del suelo reconocen únicamente cinco factores ó grupos de factores:



- Aún cuando existen otros factores que influyen en la formación del suelo, no son tan significativos.

Factores formadores

- Los factores, para un mejor estudio, se pueden tratar como variables independientes aunque realmente no lo sean puesto que en realidad muestran una gran interdependencia; esto es, como expresó Jenny (1940) a partir de los estudios de Dokuchaev mediante una función con los factores formadores más importantes, la acción de uno de ellos depende de los otros:

$$\text{Suelo (S)} = f(\text{clima (cl)}, \text{factores bióticos (o)}, \text{geomorfología (g)}, \text{material parental (p)}, \text{tiempo (t)})$$

- Donde S representa el suelo o cualquier propiedad del mismo, cl se refiere a las características climáticas (tanto las actuales como las pasadas, caso de haber ocurrido cambios climáticos durante el periodo de formación del suelo “t”), g es la geomorfología (incluyendo las características topográficas, así como las del nivel freático), p es el material originario (definido como el estado del suelo en el instante cero de formación), o son los factores bióticos y t el tiempo (edad del suelo o periodo absoluto de formación).

Factores formadores

- Igualmente son posibles también relaciones de otro tipo que expresan el hecho de que, en ciertos casos especiales, todos los factores exceptuando uno son ineficaces ó constantes en el desarrollo de una determinada propiedad del suelo; si por ejemplo consideramos el tiempo, la relación quedaría:

$$S = f(t)_{cl,o,g,p}$$

- A las secuencias de suelos debidas a la variación de un único factor se les denomina respectivamente climo, bio, topo, lito y cronosecuencia, según sea el factor variable:

- Si estudiamos los cambios producidos por el clima, tendríamos una Climosecuencia, lo que quiere decir que la variación de cualquier propiedad del suelo depende exclusivamente del clima

$$\text{Suelo} = f(\text{clima})_{o,g,p,t}$$

- Cronosecuencia La variación de cualquier propiedad del suelo depende exclusivamente del tiempo; así podemos decir que la roca madre (material parental) es el suelo en un tiempo cero de formación.

$$\text{Suelo} = f(\text{tiempo})_{o,g,p,cl.}$$

- Si consideramos al factor roca madre, y mantenemos a todos los demás constantes, tendríamos una Litosecuencia.
- Aislado el relieve obtendríamos una Toposecuencia o catena.

Cuando hablamos de catena nos referimos a un conjunto de suelos con iguales factores formadores excepto la geomorfología



- La acción exclusiva de los organismos vendría representada en una Biosecuencia.

Factores formadores

- En la actualidad podemos considerar como factor formador del suelo, con gran importancia en su desarrollo, el factor antrópico, quedando la ecuación anterior de la forma:

$$S = f(c_l, o, g, p, t)t_1 + g(m)t_2,$$

Donde

- S es una propiedad del suelo
- m es el impacto humano, siendo $t_1 \gg t_2$

2.1 Clima

- Para estudiar el papel del clima en la génesis del suelo, es preciso realizar comparaciones a gran escala, pues aún cuando en algunos casos específicos, ciertas variaciones locales climáticas (microclimas) proporcionan evidencias de su influencia en la formación del suelo en áreas relativamente pequeñas, en general la magnitud del control de la génesis del suelo por el clima no se aprecia bien si no es considerando el clima a nivel de grandes áreas.
- Es decir, clima se puede abordar desde una perspectiva local (microclima) o global (macroclima).
- El clima influye sobre la génesis de una forma directa, mediante el control de las reacciones físicas y químicas que en él tienen lugar, así como por controlar el factor biótico y en cierto grado la influencia del relieve y del tiempo, a través de la erosión y de la deposición de materiales del suelo.
- El clima a su vez está influido o sometido al factor tiempo, puesto que a lo largo del proceso de formación de un suelo pueden ocurrir cambios climáticos.

Clima

- Los dos principales agentes del clima en la formación del suelo son:
 - Precipitación
 - Temperatura



Características como espesor, fertilidad o desarrollo del perfil están fuertemente condicionadas por la temperatura y por la presencia/ausencia de precipitaciones



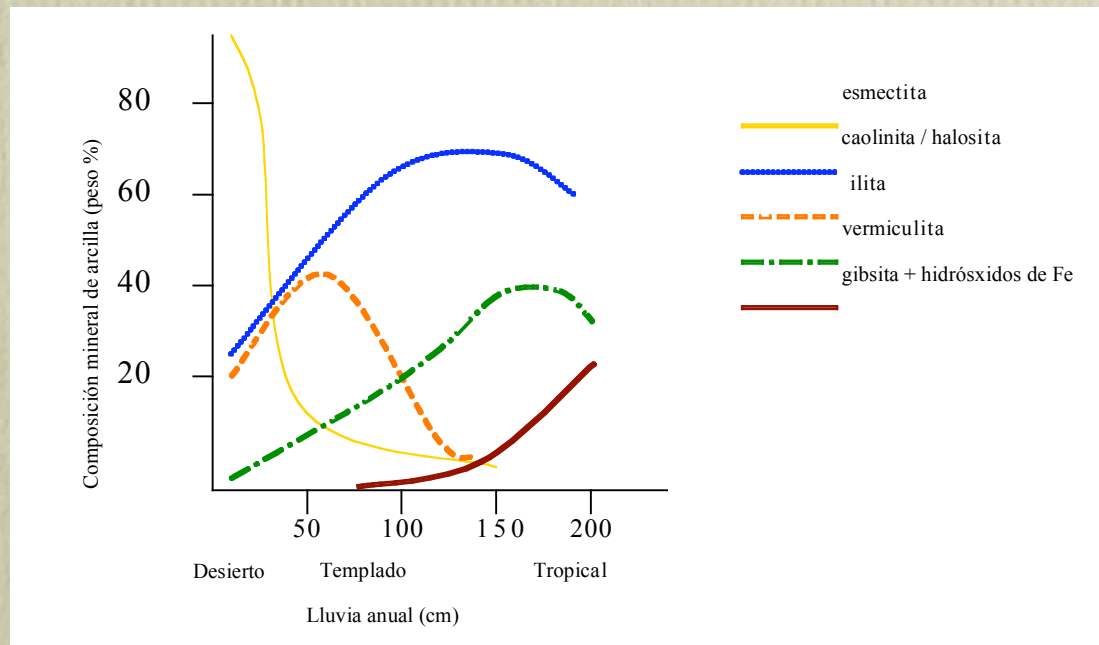
Precipitación

La lluvia es un agente importante y necesario para la formación del suelo puesto que aporta el agua necesaria para:

- Disolver el material soluble del suelo
- Permitir el crecimiento de las plantas y otros organismos que aportan materia orgánica al suelo.
- Traslocar material de una parte a otra del perfil (carácter y extensión del lavado del suelo)
- Disgregar físicamente el material parental al congelarse o por el efecto de salpicadura de la lluvia
- Igualmente determina el tipo y la velocidad de muchas reacciones químicas que ocurren en el suelo si bien estas también depende de otros agentes como son temperatura, pH y potencial redox

Precipitación

- La lluvia, sin embargo, no es en muchos casos un factor independiente, así, por ejemplo, viene afectada por la temperatura que determina su efectividad, puesto que las pérdidas por evaporación y transpiración aumentan con la temperatura. Así una lluvia anual de 500 mm en Inglaterra corresponde a un clima húmedo, mientras que la misma lluvia en los trópicos indicaría condiciones áridas ó semiáridas.
- La lluvia también está relacionada con la formación de las arcillas, como podemos apreciar en la siguiente gráfica:



Precipitación

- Debido a que las funciones más importantes del agua ocurren en el interior del perfil, es preciso evaluar las pérdidas de agua de lluvia para poder caracterizar el clima y en consecuencia la eficiencia de la lluvia sobre el desarrollo del suelo.
- Existen diferentes índices que nos evalúan estas pérdidas por evapotranspiración, aunque las aproximaciones más productivas se centran en el balance de agua en el suelo

Balance hídrico

Para la definición de los regímenes de humedad del suelo se suelen utilizar balances hídricos (entradas = salidas almacenamiento en el sistema):

$$P = ET + SR + I \pm S$$

Siendo:

- P = precipitación (mm)
- ET = Evapotranspiración (mm)
- SR = Escorrentía superficial (mm)
- I = Infiltración (mm)
- S = Humedad almacenada en el suelo (mm)

Temperatura

- La temperatura varía con la latitud y altitud. El color del suelo, la humedad y la cubierta vegetal afectan en gran medida al calentamiento del suelo. Cuanto más oscuro es un suelo más radiación solar absorbe. Los suelos arenosos con poca retención de agua, se calientan y se enfrían mucho más rápido que los suelos arcillosos con capacidad de retención de agua.
- Además la temperatura influye en los procesos de formación del suelo al controlar la velocidad de las reacciones químicas la cual se duplica por cada 10° que aumente la temperatura
- La temperatura también ejerce un control sobre la lluvia efectiva, como hemos visto anteriormente, al influir en la evapotranspiración.
- Por otra parte, cuando la temperatura del suelo desciende por debajo de 0°C , y el agua se congela, todas las reacciones en que interviene el agua cesan, pero se producen procesos de alteración física al fracturarse el material parental debido al aumento de volumen al solidificarse el agua
- La temperatura ejerce una marcada influencia sobre el tipo y cantidad de vegetación presente en una zona determinada, y a través de ella y de su efecto sobre la actividad microbiana, controla los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Temperatura, Si y Al

- E. M. Crowther observó que con lluvia constante, la relación sílice/ alúmina en la arcilla aumenta con la temperatura y que para mantener constante la intensidad de lavado, la elevación en un grado de la temperatura debe ir acompañada de un aumento de 3.3 cm de lluvia. Dedujo así una medida del lavado pluvial denominado “Factor de lavado”:
- Factor de lavado: $F = R - 3.3 T$

Siendo

- R: Lluvia media anual en cm
- T: Temperatura media anual en °C
- Esto nos indica que con una lluvia media anual de unos 75 cm y una temperatura media anual de 23 °C , el factor de lavado sería cero. Suelos lavados podrían definirse como aquellos en los que el factor de lavado sería positivo e incompletamente lavados los suelos con un factor de lavado negativo.
- En realidad, es la materia orgánica lo que condiciona la relación Si/Al

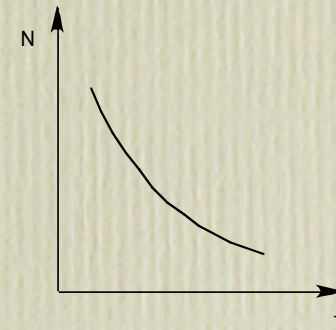
Temperatura, N y materia orgánica

- Mientras que el nitrógeno y la materia orgánica del suelo aumentan con la precipitación, el efecto del aumento de la temperatura es el opuesto, al disminuir la eficiencia de la lluvia y aumentar la velocidad de descomposición.
- Para regiones con vegetación y precipitaciones similares, Jenny desarrolló la siguiente ecuación:

$$N = C e^{-KT}$$

Siendo

- N = Porcentaje de nitrógeno
 - T = Temperatura
 - C y K = Constantes.
- Por el contrario el contenido en arcilla aumenta, lo que indica un incremento en los procesos de meteorización química. Con el aumento del contenido de arcilla, las relaciones moleculares Si-Al y Si-R tienden a disminuir hasta tal punto que, en condiciones tropicales, la arcilla será del tipo ferralítica.



Relaciones clima-suelo

Características, propiedades y procesos	Acción probable del clima
Materia orgánica.	Desierto: contenidos bajos.
Humificación y mineralización.	Regiones templadas: intermedios.
	Regiones tropicales: alto, si bien en un espesor limitado del suelo.
	Régimen de saturación: muy alto, llegando a suelos orgánicos.
	A igualdad en el contenido de humedad, el de materia orgánica disminuye al aumentar la temperatura (mineralización).
Grado de meteorización.	La falta de agua inhibe la meteorización y el lavado.
Clase y velocidad de meteorización.	Temperatura: acelera los procesos
	Precipitación: entrada y salida de flujos en el sistema (eliminación de componentes solubles).
Proporción de arcilla.	El porcentaje de la fracción arcilla aumenta con la humedad y la temperatura al hacerlo el grado de meteorización.
Presencia de carbonato cálcico.	En climas húmedos tiende a ser lavado.
	Acumulación en suelos semiáridos y áridos.
Color.	El color rojo (rubefacción) para formarse requiere una precipitación superior a 500 mm y $t > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Presencia de yeso.	En climas húmedos será lavado.
	En climas semiáridos y áridos puede encontrarse en el suelo en formas de acumulación
Translocación de sustancias en el perfil.	Régimen no percolante favorece acumulaciones dentro del suelo.
Hidromorfismo.	Exceso de agua y mal drenaje. Condiciones locales.
Salinidad.	Clima semiárido o árido.

2.2 Factores bióticos

- El conjunto de organismos que viven en el suelo junto con el mismo suelo forman un ecosistema; estos organismos pueden ser clasificados en tres categorías: vegetación, fauna y hombre.



Además de la acción mecánica, la actividad radicular modifica las condiciones químicas del terreno, propiciando la alteración química.



Los suelos desprovistos de vegetación con frecuencia son fuertemente erosionados por impacto directo de gotas de lluvia

Vegetación

- El tipo de vegetación presente depende tanto del tipo de clima como del suelo en el que encuentre. Y a su vez, el tipo de suelo se verá influido por el tipo de vegetación que esté sobre él. Las principales acciones de la vegetación y sus acciones sobre el suelo quedan recogidas en el cuadro siguiente

Acciones		Efectos sobre el suelo
Directas	Interviene en la meteorización	Acelera la meteorización física, química y biológica
	Aporta materia orgánica	Condiciona la cantidad, distribución y naturaleza de la materia orgánica.
	Cohesiona las partículas	Determina el desarrollo de estructura por el aporte de materia orgánica y la acción de las raíces.
	Construye el sistema de huecos	Favorece la circulación del agua y el aire, y el crecimiento de las raíces
Indirectas	Actúa como filtro frente a:	
	La radiación solar	Regula la temperatura, la evaporación y el régimen de humedad
	La lluvia	Intercepta las gotas de lluvia, con lo que evita el impacto directo y puede disminuir la erosión por salpicadura.
	La escorrentía superficial	Frena la velocidad del agua de escorrentía, disminuyendo la erosión por escorrentía superficial y aumentando la infiltración
	El agua de percolación	Las raíces de especies herbáceas absorben agua en los primeros cm del suelo, con lo que disminuye la percolación y el lavado. La percolación provoca una acidificación progresiva del suelo, pérdida de componentes, formación de horizontes E, etc.
	El viento	Frena la erosión eólica al intercepta el material transportado por el viento.
	Sobre la fertilidad del suelo: ciclo biogeoquímico.	Inmovilización y liberación de nutrientes.

Fauna

- La fauna del suelo se puede dividir en dos grupos: macro-fauna y microorganismos, quedando en la macro-fauna normalmente también incluida la meso-fauna (artrópodos, anélidos, ...). La macro-fauna y meso-fauna, contribuyen a la formación del suelo con sus madrigueras, desechos y con sus esqueletos cuando mueren, removiendo y mezclando el suelo, y aportando materia orgánica. Los microorganismos contribuyen de una forma diferente, puesto que intervienen sobre todo en procesos de descomposición

Fauna

Microorganismos

Descomposición de la materia orgánica en humus:

Bacterias

Algunos hongos

Macroorganismos

Remueven el suelo y lo mezclan:

Gusanos

Topos, aracnidos, etc.

Plantas



Algunos aportan materia orgánica al suelo:

Plantas: hojas y raíces

Animales muertos

Estiércol

Acciones de los organismos del suelo

- Acciones mecánicas:
 - Descomposición de restos y residuos orgánicos por fragmentación.
 - Bioturbación del material del suelo favoreciendo la mezcla de material orgánico e inorgánico.
 - Desarrollo de porosidad en el suelo, eficiente en la transferencia de fluidos.
 - Diseminación de organismos dentro del suelo. Por ejemplo, las larvas de los nemátodos pueden fijarse al exoesqueleto de los artrópodos.
- Acciones químicas:
 - Degradación de los compuestos orgánicos a moléculas más sencillas.
 - Mineralización de componentes orgánicos a formas inorgánicas: liberación de nutrientes para las plantas.
 - Síntesis y excreción de productos orgánicos en el suelo; por ejemplo, secreción de mucopolisacáridos.
 - Fijación biológica de N_2 atmosférico.
 - Intervienen en el ciclo de numerosos elementos, como C, N, P, Ca, Fe, Mn, entre otros.
 - Producen compuestos biorreguladores, así como de acción bactericida y fungicida, entre otras.



Hombre

- El hombre tiene una gran influencia en el suelo, tanto por las prácticas agrícolas y ganaderas como a través del desarrollo urbano e industrial. La acción del hombre sobre la formación del suelo se concreta en los siguientes aspectos y efectos:



Acciones	Efectos
Construcciones para el control de la erosión bien contruidos. (bancales)	Conservación y mejora del suelo.
Estercolado continuado	Mejora del suelo: estructura, características químicas, fertilidad. Paso de un epipedión ochrico a un antrópico o a un plaggen.
Fertilización adecuada	Efectos positivos sobre la vegetación
Fertilización inadecuada	Contaminación de la capa freática
Cultivo con aporte de materia orgánica	Mejora de suelos de zonas áridas y semiáridas
Laboreo en condiciones de humedad inadecuadas	Degradación del suelo por compactación
Laboreo según líneas de máxima pendiente y plantaciones realizadas sin aplicar criterios de mantenimiento.	Degradación y pérdida del suelo
Laboreo demasiado profundo	Aparición en superficie de horizontes subsuperficiales más desfavorables.
Laboreo mínimo	Evita revolver el suelo y la compactación por paso de maquinaria. Exige empleo de herbicidas.
Deforestación con talas no planificadas	Destrucción de la cubierta vegetal: erosión
Arranque de horizontes petrocálcicos o de estratos rocosos	Facilita el enraizamiento y aumenta el volumen explorable
Fragmentación de horizontes cementados	Favorece el paso de raíces. Puede aumentar la pedregosidad superficial
Drenaje bien planificado	Mejora de suelos

2.3 Geomorfología

- Dentro de la geomorfología incluiremos las características topográficas así como las derivadas del nivel freático.
- La topografía es un factor edafogénico principalmente porque afecta a la actuación de los factores climáticos. Por ello solo puede considerarse como un factor activo de desarrollo del perfil del suelo dentro de zonas geográficas específicas en las cuales suele controlar las siguientes propiedades del suelo:
 - Profundidad del suelo
 - Espesor y contenido de materia orgánica del horizonte superficial A
 - Humedad del perfil
 - Colores de los horizontes
 - Grado de diferenciación de los horizontes
 - pH del suelo
 - Contenido de sales solubles
 - Temperatura del perfil
 - Carácter del material originario



Geomorfología



- La relación más clara entre la topografía y una propiedad del suelo se da en las regiones húmedas donde los suelos de llanura suelen ser más profundos que los situados en ladera



Geomorfología

- El relieve influye en la actuación de los factores climáticos y otros agentes formadores del suelo.

La orientación y altitud influyen en la distribución de:

- Energía (radiante y reflejada)
- Precipitación
- Vegetación
- Nutrientes para las plantas

A través de su efecto sobre:

- Las condiciones para la actividad biológica
- La exposición del suelo al viento
- La exposición del suelo a la precipitación
- Las condiciones naturales de drenaje
- Las condiciones de escorrentía y erosión
- Las condiciones de acumulación y arrastre de depósitos

Geomorfología

- El efecto sobre la temperatura es bastante sencillo, produciéndose un descenso de un 1 °C cada 100 m de aumento de altitud, lo que se refleja en una temperatura media más baja, una estación de crecimiento más corta y, debido a la evaporación decreciente, una mayor eficacia del lavado de la lluvia. Por tanto las regiones elevadas tienen un clima más frío y húmedo.

Geomorfología

- El efecto de la topografía sobre el régimen de humedad del suelo es doble, puesto que afecta tanto a la cantidad de lluvia como a su distribución. Generalmente la lluvia aumenta con la altitud, y en cuanto a la distribución, el efecto se manifiesta sobre las condiciones de drenaje del suelo. El aumento de altitud en sí mismo tiende a disminuir la evaporación, puesto que va asociado a condiciones frías y húmedas.

Nivel freático

- En las regiones húmedas y subhúmedas el nivel freático permanece más o menos constante, hallándose más próximo a la superficie en las depresiones, por lo que, en ocasiones, el nivel freático estacionalmente puede ocupar el perfil del suelo, alterando las reacciones químicas y físicas:
- Predominan las reacciones anaerobias, de reducción, dado el suministro limitado de oxígeno, provocando un retardo en el crecimiento radicular.
- La percolación está restringida y, en su lugar, aparece un movimiento lateral del agua dentro de la zona saturada.
- El calor específico del suelo aumenta, por lo que el suelo tiende a ser más frío en comparación con los no saturados.

Nivel freático

- Sin embargo en regiones áridas y semiáridas la capa freática se encuentra más profunda y por ello su importancia en las propiedades del perfil es mucho menor.
- Debido a que el nivel freático sigue la pendiente del relieve se crea un gradiente que tiende a producir un movimiento lateral del agua, que aún siendo menos rápido que en superficie, transporta solutos y material en suspensión, contribuyendo a la diferenciación del perfil.
- El relieve también tiene influencia sobre el material parental. Así en los deltas fluviales las crestas de los diques naturales contienen materiales más groseros que las zonas inferiores de los diques que son casi llanas y tienen material parental de textura más fina.

Pendiente

- Dependiendo de la inclinación, la longitud, la orientación y la forma de la ladera variarán los efectos producidos sobre el suelo como: la radiación recibida, la velocidad de la escorrentía, la erosión, la deposición de materiales, la temperatura del suelo, etc. La vegetación modifica en gran medida los efectos que produce la pendiente.
- Las pendientes orientadas al sur (en hemisferio norte) reciben naturalmente más radiación solar y son, por tanto, más cálidas. Este efecto se refleja a menudo en el tipo de vegetación y en el desarrollo del perfil.



Orientación

Efecto de la <u>orientación</u> sobre la temperatura del suelo						
Altitud	Pendiente	Orientación	Ts °C (10cm)			
(m)	(%)		Invierno	Primavera	Verano	Otoño
1.910	30	S	3,2	12,6	17,4	17,7
1.900	32	N - NE	-0,8	6,2	9,7	9,3
Pallman, H. y Fre, E. En un bosque de Suiza						
Pendiente Sur			Pendiente Norte			
Suelo calcáreo			Suelo ácido			
Reacción alcalina			Proceso de podsolización			
Pobre en humus			Humus fresco			
			Suelo ácido			
			Humus fresco			

- Resulta evidente la diferencia entre las dos localidades vecinas y prácticamente a la misma altura. Sólo difieren en la orientación. Diferencia que viene reflejada en la vegetación y en el perfil del suelo. Así, en la pendiente sur existe un suelo calcáreo, de reacción alcalina y pobre en humus (a mayor temperatura, mineralización orgánica más rápida), mientras en el lado norte el suelo es ácido, lleva humus fresco y presenta una marcada podsolización

Pendiente

- Efecto de la Inclinação de la pendiente
 - Pendiente pronunciada:
 - Buen drenaje
 - Elevada tasa de erosión
 - Pendiente suave:
 - Drenaje pobre
 - No hay erosión (predomina la deposición)



La pendiente suave y el material determinan un drenaje deficiente

Características de la pendiente

Efecto de las <u>características</u> de las pendientes sobre el suelo	
Características de la forma	Efectos sobre el suelo
Pendiente de la ladera	Radiación recibida Velocidad de escorrentía Erosión Depósito de materiales
Longitud de la ladera	Escorrentía Erosión
Orientación de la ladera	Efecto solana – umbría: topoclima Radiación recibida Temperatura del suelo Exposición al viento Exposición a la lluvia Humedad del suelo Vegetación, infiltración, escorrentía Erosión Contenido de materia orgánica y espesor horizonte A Morfología del perfil
Posición de la ladera	Erosión, depósito Características de los materiales depositados Condiciones de drenaje Profundidad capa freática: Estacionalidad Profundidad del suelo Contenido de sales solubles

Otros factores de la geomorfología

- Drenaje
 - El tipo de drenaje que se dé en un suelo condiciona sus rasgos morfológicos (como color, moteados, concreciones, ...). Características del suelo como textura, estructura, permeabilidad o capacidad de almacenamiento de agua, así como la pendiente, la vegetación, etc., determinan la clase de drenaje.
- Procesos geomórficos
 - Los procesos fluviales, la erosión, la deposición,... contribuyen de manera significativa en la formación de los suelos.

2.4 Material parental

- La roca madre fue considerada como un factor significativo en la formación del suelo por los primeros pedólogos rusos (Dokuchaev-1.883). En efecto, muchos de los primeros intentos de reconocimiento y clasificación de los suelos estaban basados en la Geología y en la composición del material originario del suelo (Richthofen 1.886, Thaer 1.912). En estos primeros estudios, los suelos, frecuentemente se designaban como “suelos graníticos”, “suelos glaciares”, “suelos de terraza” u otros términos similares, indicativos del origen geológico o de la composición del material originario.
- La definición de roca madre o material parental del suelo según el concepto de Jenny, aceptado por la mayoría de los geólogos y pedólogos, descrita como el “estado del suelo en el tiempo cero de formación”, incluye tanto la roca madre no meteorizada como la previamente meteorizada así como un suelo previamente desarrollado, pero ello no implica que podamos admitir que el papel de este material originario sea meramente pasivo en lo que corresponde a la determinación de las características del suelo que sobre él se desarrollará al actuar los restantes factores formadores.
- La roca madre, directamente o a través del material originario meteorizado, puede afectar al producto final tanto por lo que respecta a sus propiedades físicas como a las químicas. En general, cuanto mas “joven” sea un suelo, más influencia y relación mantendrá el mismo con el material originario, pues conforme actúa la meteorización y los procesos pedogenéticos las características iniciales debidas al material originario se van atenuando (“suelos maduros”) hasta llegar a los suelo muy meteorizados (“degradados”) y muy viejos, en los cuales casi no queda ninguna influencia del material originario a no ser que éste tuviese una composición extrema como es el caso de unas arenas cuarcíferas estériles.

- El material parental es el material del cual se desarrolla el suelo, es la “materia prima del suelo”, el “suelo en el tiempo cero de formación”
- Tipos de material parental:
 - Residual. Lecho de rocas formadas “in situ”.
 - Coluvial. Material transportado por gravedad.
 - Aluvial. Material transportado por los ríos.
 - Glacial. Material transportado por glaciares.
 - Eólico. Material transportado por el viento (arena, formación de dunas).
 - Lacustre.
- El material parental es un factor pasivo, ya que son los otros factores los que actúan sobre él. El tipo de roca, su comportamiento a los fluidos, los productos que dan al meteorizarse y las condiciones del medio (humedad, temperatura, drenaje,...)

Materiales genéticos del suelo

- COMPONENTES MINERALES RESIDUALES (Formados in situ)
 - ROCAS IGNEAS (GRANITOS,BASALTOS,LAVAS)
 - ROCAS SEDIMENTARIAS (CALIZAS,ARENISCAS,)
 - ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS, GNEIS, CUARCITA,MARMOLES)
- COMPONENTES TRANSPORTADOS (Alóctonos)
 - AGUA
 - ALUVIAL
 - LACUSTRE
 - MARINO
 - VIENTO
 - EOLICO
 - LOESS
 - HIELO
 - MORRENA LATERAL Y FRONTAL
 - LLANURAS DE DEPOSICION
 - GRAVEDAD
 - COLUVIAL
 - ANTROPOGÉNICO
 - TRANSFORMACIONES
 - VULCANISMO
 - CENIZAS VOLCÁNICAS
- COMPONENTES ACUMULADOS
 - RESIDUOS DE PLANTAS ORGÁNICAS
 - CONDICIONES HIDROMORFAS
 - TURBA DE SPHAGNUM
 - TURBA DE THIPHAS,JUNCACEAS..
 - CONDICIONES NO HIDROMORFAS
 - MANTILLO FORESTAL

Roca madre

- Las rocas son cualquier mineral o agregado de minerales que forman una parte esencial de la tierra, o bien son una combinación de minerales.
- La composición química y mineralógica y la resistencia del material parental son de gran importancia para el desarrollo de los diferentes suelos. La mayor parte de los suelos de la tierra se han desarrollado a partir de sedimentos (material transportado no consolidado) que originariamente derivaron de rocas como las glaciares, coluviales, etc. El desarrollo del suelo a menudo ocurre por una mezcla heterogénea de material transportado no consolidado y roca meteorizada.
- Los suelos están dominados por compuestos silíceos, combinados con Na, Al, K, Ca, Fe y O. Estos elementos forman parte de los minerales primarios (forman parte de la roca madre), silicatos primarios (tetraedros –cuarzo–, cadenas de silicatos –anfíboles, piroxenos–, ortosilicatos –olivino–, silicatos en tres hojas –moscovita, biotita–). En general, al aumentar el contenido en calcio y magnesio y disminuir el de silicio en la roca madre, se forman suelos con una saturación de bases alta. Además el calcio y el magnesio forman agregados con la arcilla, los óxidos de hierro y aluminio, y la materia orgánica, mejorando la estructura del suelo.

Roca madre

- Las propiedades del suelo que se ven influidas por el material parental son:
 - Propiedades físicas:
 - Textura
 - Conductividad hidráulica
 - Estructura
 - Color
 - Propiedades químicas:
 - Composición mineralógica
 - Fertilidad natural
 - pH
 - Saturación de bases
 - Tipos de arcillas formadas

Influencia del tipo de roca en las características del suelo:

Tipo de roca	Características posibles en el suelo
Granitoides	Tendencia arenosa.
	Con régimen de humedad percolante: Suelos ácidos.
Basalto y cenizas volcánicas básicas	Tendencia arcillosa.
	Color rojo oscuro a pardo oscuro. Elevado contenido en hierro.
	Con estación seca: Arcillas esmécticas
	Con régimen percolante: Caolinita
	Régimen perhúmedo: Alófana, materiales silicatos amorfos
Esquistos	Tendencia arcillosa
	Arcillas micáceas y vermiculitas
	Con estación seca: Arcillas esmécticas
Areniscas	Textura gruesa: suelos arenosos
	Muy permeables, en general
	Régimen percolante: Suelos ácidos, pobres en bases
Arcosa	Rico en arcilla, posible translocación de arcilla
Caliza	Sobre caliza dura: suelos muy pedregosos, poco profundos
	Régimen húmedo: rico en arcilla
Lutitas (Calcilutita = marga)	Arcillitas: tendencia arcillosa
	Limolita: tendencia limosa (en suelos jóvenes)
Arena cuarzosa	Arena cuarzosa
	Escasa posibilidad de evolución.
	En climas cálidos y húmedos puede llegar a desarrollarse un horizonte A importante

2.5 Tiempo

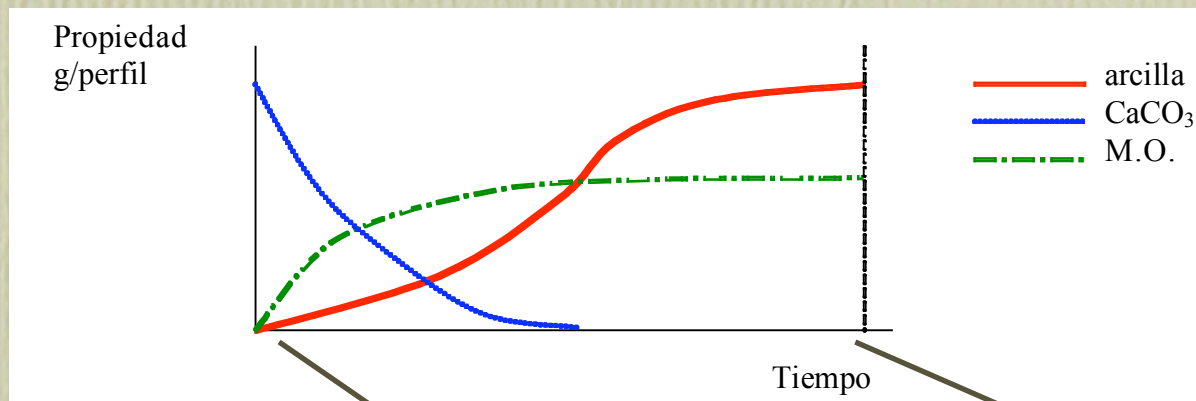
- El tiempo es un factor clave, ya que se necesita el paso de éste para que se desarrollen los procesos de formación. Su actuación sobre el suelo se puede definir de dos formas:
 - Por la variación que experimentan los demás factores de formación con el tiempo.
 - Por la variación de los efectos de las reacciones pedogenéticas con el tiempo.
- En relación al factor tiempo los suelos se pueden clasificar en:
 - Monogenéticos: cuando se han formado bajo un conjunto de valores del factor durante un cierto periodo de tiempo.
 - Poligenéticos: cuando se han formado bajo más de un conjunto de valores.

Independientemente del tiempo transcurrido, y a igualdad de los otros factores o condiciones ambientales, las condiciones que aceleran o retrasan el desarrollo de un suelo son las siguientes:

- Condiciones que aceleran el desarrollo del suelo:
 - Clima cálido y húmedo.
 - Topografía llana en lugares con buen drenaje.
 - Material permeable, no consolidado y con bajo contenido en caliza.
 - Vegetación de bosque.
- Condiciones que retrasan el desarrollo del suelo:
 - Clima frío y seco.
 - Vegetación de pastos.
 - Material impermeable, consolidado y con alto contenido en caliza.
 - Topografía con pendientes elevadas.

Suelo maduro

- Corresponde a un tiempo suficiente para que los procesos se hayan desarrollado hasta el extremo
- Evolución de la arcilla, materia orgánica y CaCO_3 a lo largo del tiempo:



Suelo joven de origen aluvial



Suelo muy evolucionado