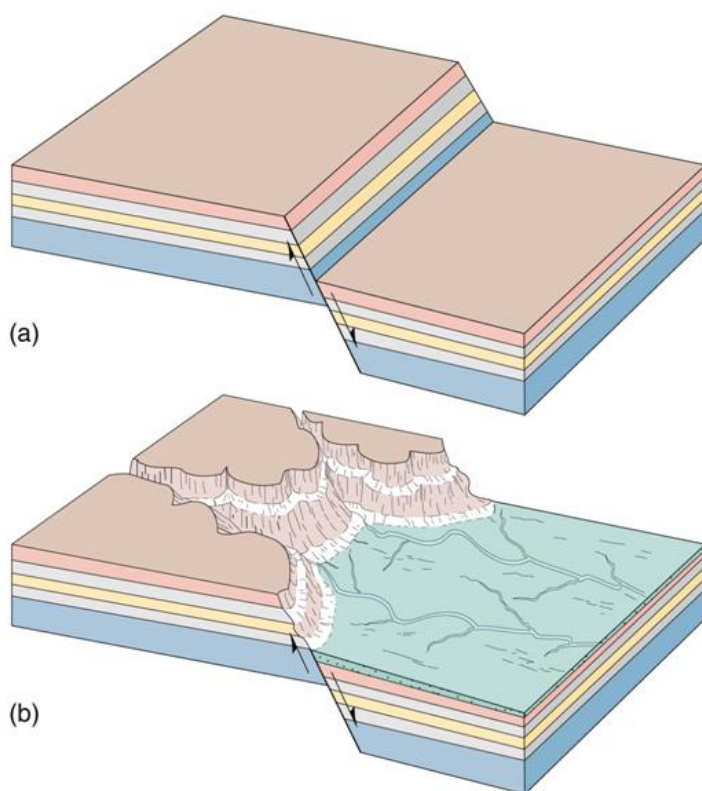


TEMA 6. XEODINÁMICA EXTERNA (I): METEORIZACIÓN, SOLOS E FENÓMENOS DE LADEIRA.

Os procesos externos son aqueles cambios causados pola enerxía solar e a gravidade. A enerxía procedente do sol produce un quecemento diferencial da superficie terrestre mentras que a gravidade fai que as cousas situadas máis arriba tendan a baixar. A combinación de ambas enerxías produce un movemento continuo das envolturas fluídas do planeta (atmosfera e hidrosfera) que é a principal causa dos procesos de **meteorización, transporte e sedimentación** nos que profundizaremos nestes temas. A parte da Xeoloxía que estuda estes fenómenos se chama **Xeodinámica externa**.

Os procesos externos actúan sobre as rochas que adoitan estar afectadas por distintas estruturas de deformación (dobras, fallas). O resultado desta interacción é a **forma da superficie terrestre** que se denomina **relevo** ou paisaxe. O relevo se pode descompoñer en unidades para o seu estudo que se chaman **formas do relevo**: unha praia, un val fluvial, unha morrena, etc. A parte da Xeoloxía que estuda o relevo se chama **Xeomorfoloxía**.

Na figura inferior tes un exemplo de como a interacción entre rochas e procesos externos conducen á formación do relevo.



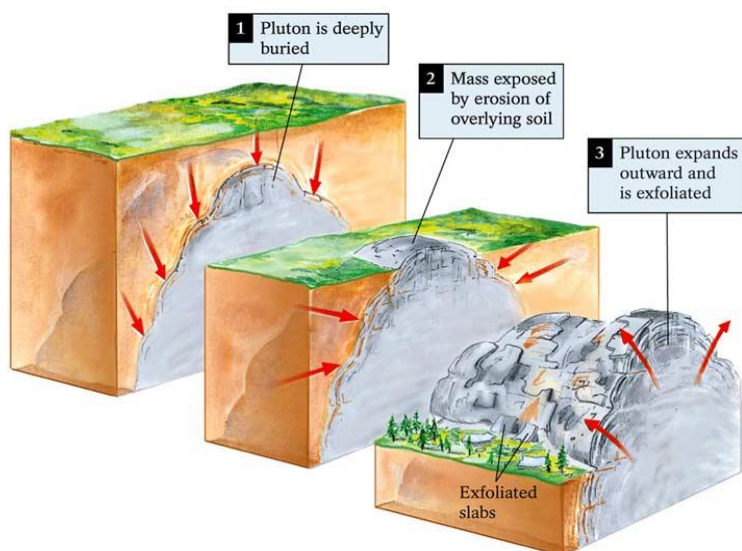
Partimos dunhas rochas afectadas por unha falla directa. Ao actuar sobre elas os procesos externos, se produce erosión no bloque elevado orixinando vales fluviais mentras que no bloque afundido se depositan os materiais formando unha chaira. O resultado é un relevo similar ao da fotografía da dereita. Debido á similitude co traballo dun escultor se adoita dicir que os procesos externos son **axentes do modelado**.

6.1- A METEORIZACIÓN

Como xa definimos en temas anteriores a **meteorización** é a alteración e disgregación das rochas superficiais a causa dos axentes externos (auga, gases da atmosfera, seres vivos, cambios de temperatura, etc.) e non hai que confundir ca **erosión** que é cando os produtos resultado desta meteorización son eliminados do sitio onde se producen. O resultado da meteorización son materiais sólidos (formados por fragmentos das rochas preexistentes xunto con minerais novos orixinados no proceso) e ións en disolución. A meteorización adoita clasificarse en dúas grandes categorías: mecánica (física) e química. Na **meteorización mecánica** non se producen cambios na composición química da rocha senón simplemente unha fragmentación ou disgregación. No caso da **meteorización química** sí se produce un cambio na composición química da rocha a causa de reaccións químicas. A consecuencia disto aparecen novos minerais (principalmente minerais arxilosos e óxidos e hidróxidos) xunto con ións en disolución.

Xeralmente actúan as dúas á vez e a mecánica contribúe á eficacia da química ó aumentar a superficie sobre a que esta actúa. Pódese considerar tamén un terceiro tipo que é a **meteorización biolóxica** debida ós seres vivos pero é unha combinación de efectos físicos e químicos.

6.1.1- METORIZACIÓN FÍSICA OU MECÁNICA



Na meteorización mecánica non se producen cambios na composición da rocha senón unha simple fragmentación desta. Velaí os casos máis importantes.

a) Laxamento por descompresión

Acontece en rochas formadas en profundidade, por exemplo un plutón de granito. Nestas condicións a presión litostática é moi elevada pero a medida que se erosiona o material que hai enriba esta presión diminúe o que orixina a expansión do granito. Isto xenera diaclasas que fragmentan a rocha como podes ver na figura da esquerda.

b) Xelifracción ou crioclastia

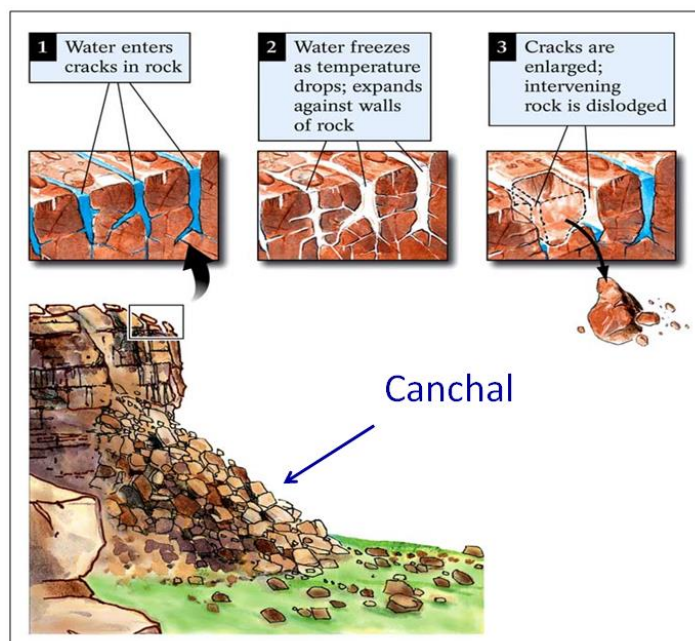
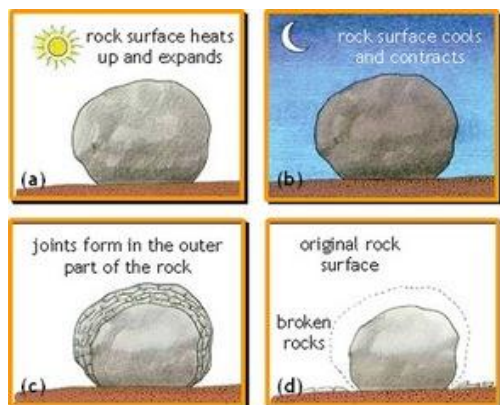
Acontece cando a auga se infiltra por fendas nas rochas e ao conxelarse aumenta o seu volume o que fai que actúe como unha cuña rompendo a rocha.

Dase en climas húmidos onde hai variacións diarias

na temperatura por enriba e por debaixo dos cero graos (climas periglaciares). Frecuentemente os anacos de rocha orixinados por este mecanismo acumúlanse no fondo de ladeiras orixinando unhas formas da paisaxe chamadas **canchais ou pedreiras** (imaxe da dereita)

c) Termoclastia

Ocasionada por fortes variacións de temperatura. Ao aumentar a temperatura a rocha se dilata e ao baixar se contrae o que causa tensións no seu interior que acaban por rompela. O rachado se produce de varias maneiras según o tipo de minerais que conteña e as diferenzas de temperatura. É característica das zonas desérticas onde a ausencia de auga dificulta outros tipos de meteorización.



d) Haloclastia

Rotura polo crecemento de cristais de sal. En zonas onde hai augas con elevado contido en sales (por exemplo zonas en contacto coa auga do mar) a auga salgada se infiltra nas fendas das rochas e ao evaporarse formanse cristais que ao crecer actúan como unha cuña que as rompe de xeito similar á xelifracción (fotografía da dereita).

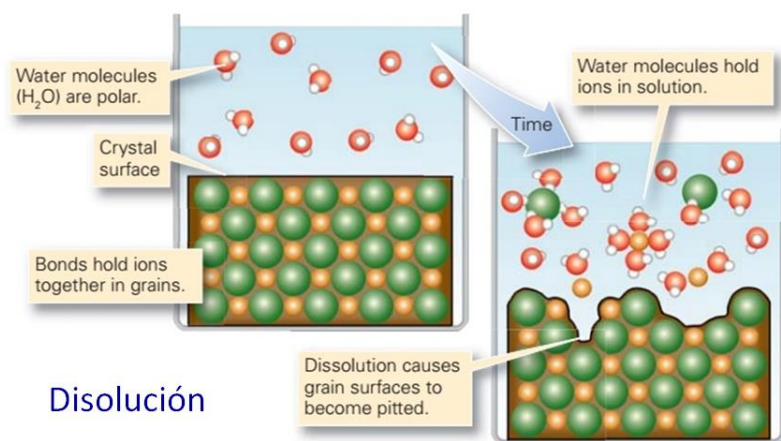
6.1.2- METORIZACIÓN QUÍMICA

Neste caso sí se produce un cambio na composición da rocha orixinal que da como resultado a formación ben de **novos minerais** ou **ións en disolución**. Vexamos os casos máis importantes.

a) Disolución

É o caso máis simple. Afecta a **rochas moi solubles** como o xeso ou a halita. Cando estas rochas entran en contacto coa auga os dipolos desta interactúan cos minerais e separan os ións facendo desaparecer a rocha e orixinando ións en disolución como podes ver na imaxe da páxina seguinte.





Disolución

b) Carbonatación

Afecta a rochas carbonatadas, principalmente ás calcarias (calizas), formadas por CaCO_3 . Estas rochas son insolubles en auga pero reaccionan con ácidos dando lugar a bicarbonato que si é soluble. En condicións normais a auga reacciona co CO_2 do aire orixinando ácido carbónico según a secuencia de reaccións que tes representada na figura inferior. O bicarbonato resultante si é soluble o que fai que a rocha se desfaga quedando o bicarbonato disolto na auga.

O resultado é similar á disolución pero máis complexo xa que implica unha reacción química previa. Como veremos máis adiante este proceso é o responsable dun tipo de

modelado da paisaxe chamado **modelado cárstico**.



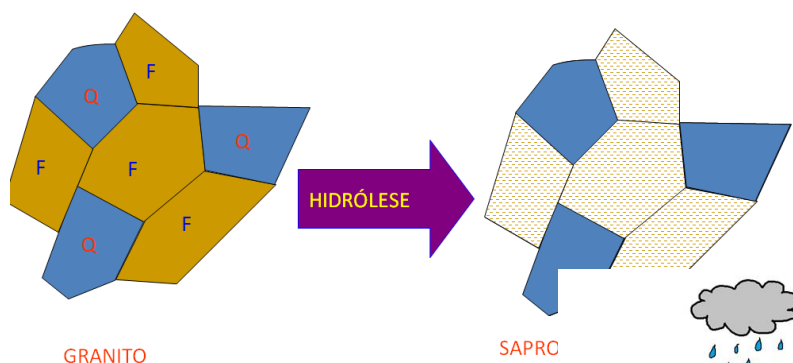
c) Hidrólise

É unha reacción química ca auga. Nos climas temperados é a principal forma de meteorización química sendo os feldspatos os minerais máis afectados. En climas húmidos e de temperaturas suaves os feldspatos reaccionan ca auga dando lugar a minerais arxilosos. Estes minerais teñen cristais moi pequenos co que o feldspato acaba totalmente desmenuzado. Se supoñemos un granito (imaxe inferior) ao meteorizarse os feldspatos a rocha queda totalmente desmantelada dando lugar a grans de cuarzo inalterados nunha matriz de minerais arxilosos. A este material se lle chama **saprolita** (xabre en galego). Nas masas de rochas graníticas fragmentadas a auga se infiltra polas fendas e orixina un redondeamento dos anacos delimitados pola fracturación o que se chama **meteorización esferoidal**, anque este fenómeno non é exclusivo deste tipo de meteorización (figura inferior)



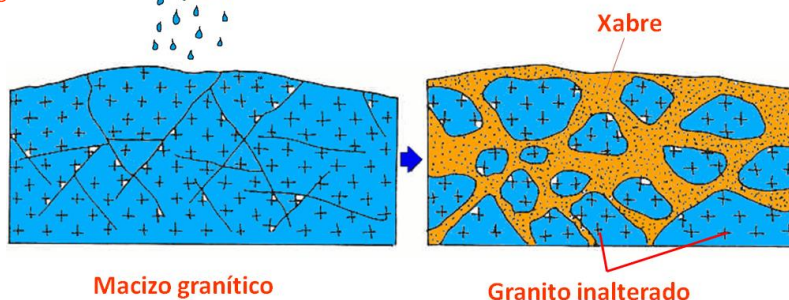
ORTOSA + H_2O

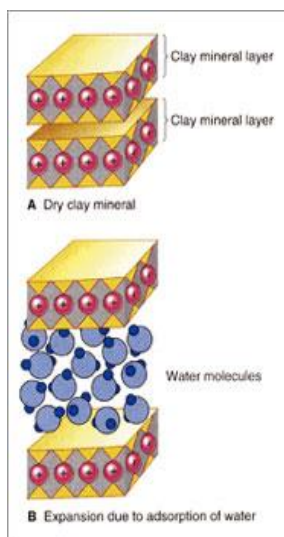
MINERAIS ARXILOSOS



d) Oxidación

É unha reacción química onde un metal se combina co osíxeno. Afecta especialmente aos minerais máficos (piroxenos, biotita, etc) que conteñen grande cantidade de catións como o ferro. Cando estes minerais entran en contacto ca atmosfera ou hidrosfera se combinan co O_2 e ca auga para dar lugar a trióxido de diferro que

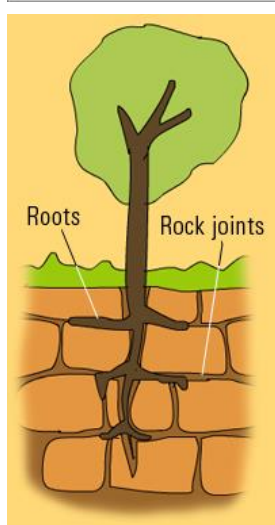
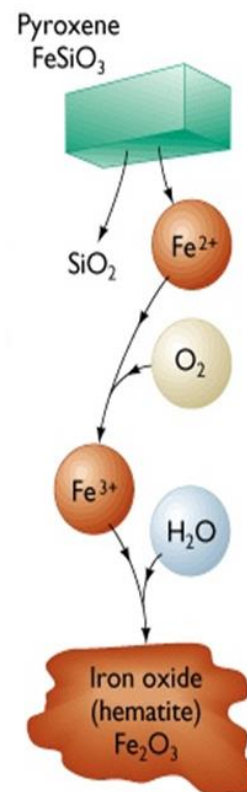




ten esa característica cor marrón ou vermella (imaxe da dereita).

e) Hidratación

É unha combinación ca auga aínda que neste caso as moléculas de auga se introducen na rede cristalina dos minerais. É especialmente importante en certo tipo de arxilas onde a súa hidratación provoca un aumento de volume polo que se chaman **arxilas expansivas**. O proceso é reversible e a perda de auga orixina unha diminución do volume, situación que causa fragmentación na rocha (imaxe da esquerda).



A meteorización biolóxica

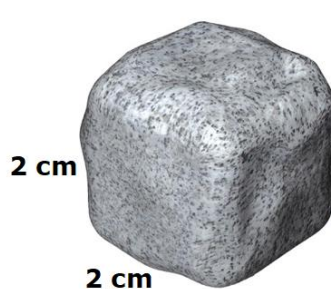
É a causada polos seres vivos. En realidade non é un novo tipo de meteorización senón unha combinación de efectos físicos e químicos. Por exemplo as raíces das plantas, especialmente árbores (imaxe da esquerda), ao crecer no interior de fendas das rochas xeneran unha presión que as fragmenta. Ao mesmo tempo produtos xenerados pola actividade destas raíces, especialmente ácidos, provocan meteorización química na mesma rocha.

A meteorización física produce un incremento da superficie de contacto da rocha cos axentes externos o que facilita a acción da meteorización química polo que se di que **meteorización física e química se complementan** (figura da dereita).

Meteorización e erosión.

Non debes confundir estes conceptos. Meteorización se refire á digregación da rocha superficial mentres que falamos de erosión cando os produtos orixinados pola meteorización son eliminados da zona onde se orixinan tal como se ilustra na figura inferior.

Se nunha determinada zona existen rochas con diferente resistencia á erosión as rochas máis resistentes formarán zonas elevadas no terreo mentras que as menos resistentes orixinarán relevos afundidos. A este fenómeno se lle chama **erosión diferencial** e na fotografía inferior dereita tes o exemplo dunha **rocha en cogomelo ou funxiforme** orixinada por este fenómeno



$$2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ cm}^2 \times 6 \text{ sides} = 24 \text{ cm}^2$$

(surface area)

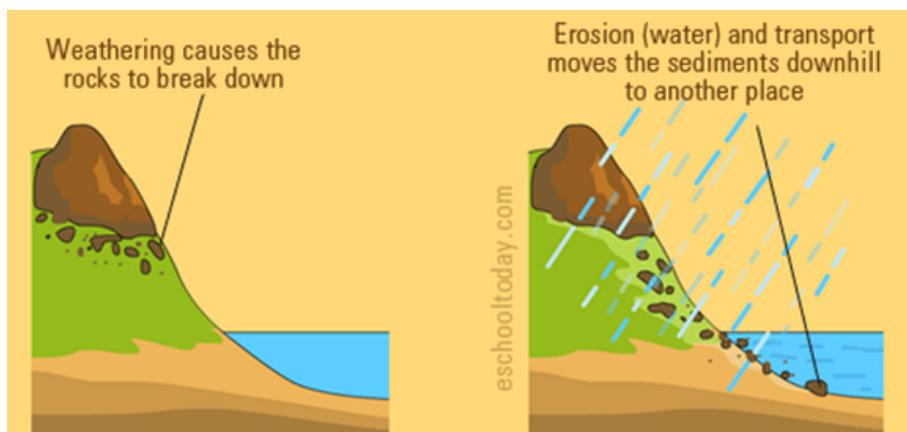


$$1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 \times 6 \text{ sides} = 6 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ cm}^2 \times 8 \text{ cubes} = 48 \text{ cm}^2$$

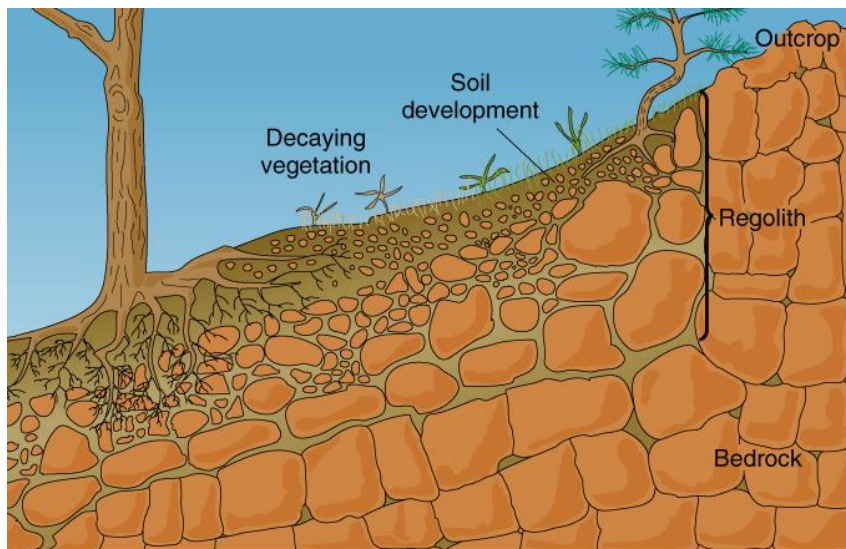
(surface area)



6.2- O SOLO

O **solo** é un complexo sistema formado por partículas sólidas, fluídos (aire e auga) e unha variedade moi grande de seres vivos incluídos moitos microorganismos maioritariamente pertencentes ao nivel trófico dos descompoñedores. Nos ecosistemas terrestres o solo é o soporte da vida vexetal xa que aporta auga e nutrientes para a fotosíntese así como soporte e suxección. A ciencia que estuda os solos se chama **edafoloxía**.

O solo o podemos definir a parte superior da rocha meteorizada (regolito) capaz de soportar vida vexetal. O solo se desenvolve a partir da rocha fresca ou inalterada que chamamos **sustrato rochoso**. Este material, inicialmente compacto, se vai disgregando e meteorizando polos axentes externos ata que é quen de ser colonizado por plantas e se orixina un solo (figura da esquerda).



6.2.1- COMPOÑENTES DO SOLO

Como podes ver na imaxe da dereita un solo está formado por unha serie de partículas sólidas que deixan entre elas poros ou espazos ocupados por fluídos: aire e auga. Vexamos un pouco polo miúdo estes compoñentes.

6.2.1.1- Partículas sólidas

Constitúen aproximadamente o 50 % do volume do solo e poden ser orgánicas e inorgánicas (minerais).

a) Partículas minerais

Proceden da meteorización da rocha nai e en menor medida por procesos de mineralización da materia orgánica levados a cabo polos descompoñedores. Están formados por distintos tipos de minerais sendo especialmente importantes os minerais arxilosos e adoitan clasificarse en tres grupos según o tamaño: areas, limos e arxilas (figura inferior).

AREAS

0.05–2 mm diameter



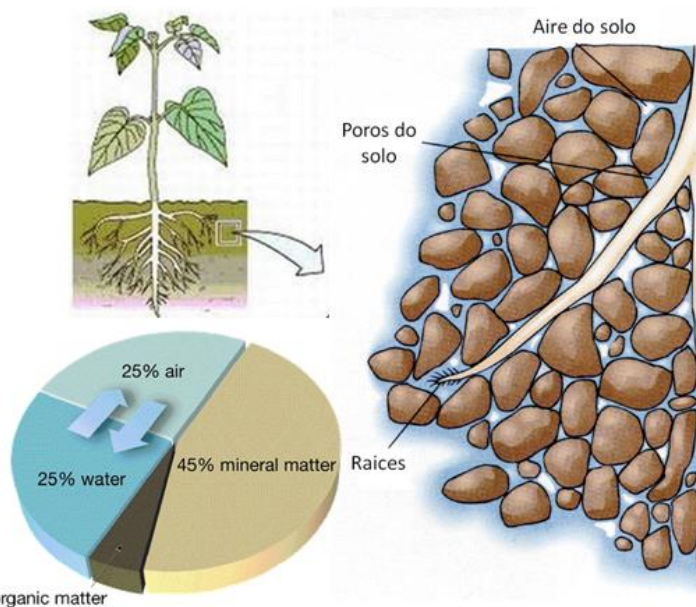
LIMOS

0.002–0.05 mm diameter



ARXILAS

less than 0.002 mm diameter



b) Materia orgánica

Procede da descomposición dos restos de seres vivos que viven ou caen no solo pola acción dos descompoñedores. Según o grao de descomposición distinguimos:

- Follato, restos principalmente vexetais pouco descompostos e que aínda se reconece a súa orixe.
- Humus, restos en avanzado estado de descomposición onde non é posible reconecer a súa orixe. Son un conxunto de compostos orgánicos

onde destacan os **ácidos húmicos**, con grupos carboxilo que lle dan carácter ácido e carga negativa.

Ao final do proceso de descomposición se obteñen sales minerais, ben en estado sólido ou ións en disolución.

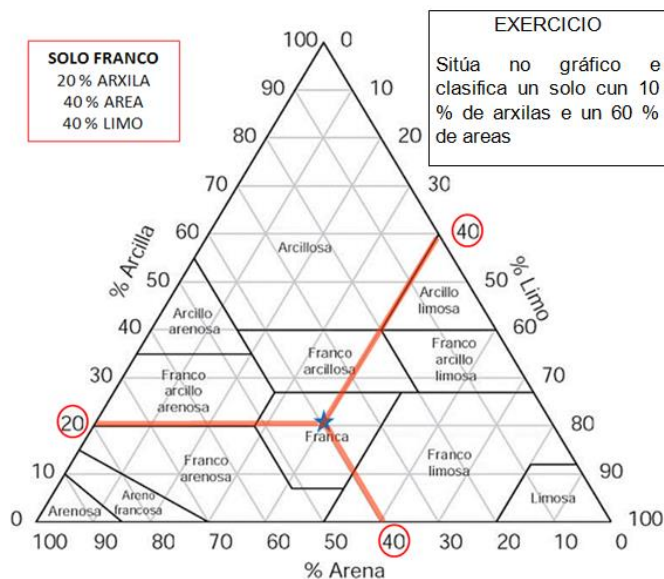
c) Textura e estrutura dun solo

A **textura** dun solo se define como a proporción dos distintos tamaños das partículas sólidas dun solo. Estas proporcións adoitan representarse nun **diagrama triangular** como o da figura da páxina seguinte onde están sinaladas as diferentes texturas. Así un solo no que predomine a fracción de areas será areoso mentras que os que teñen proporcións máis equilibradas se chaman solos francos.

As partículas individuais dun solo se agrupan para formar outras partículas máis grandes chamadas **agregados**. A **estrutura dun solo** se refire á forma e agrupamento destes agregados nun solo. Na imaxe



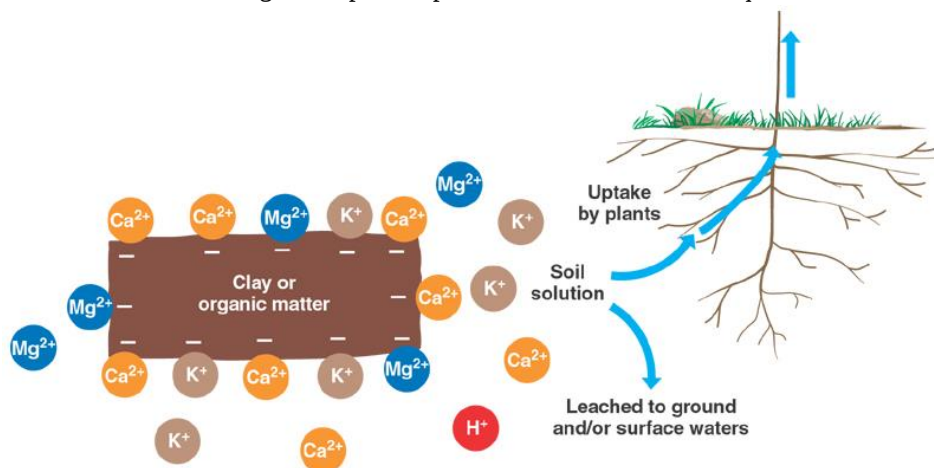
adxunta tes algúns exemplos de como poden ser estes agregados.



Estas características teñen moita influencia sobre a vida do solo xa que determinan aspectos como o volume de aire e auga presentes, capacidade de almacenamento de auga, etc.

6.2.1.2- A disolución do solo

Parte dos poros do solo conteñen auga e ións en disolución e se chama **disolución do solo**. Esta disolución é moi importante xa que é a fonte directa de nutrientes inorgánicos para as plantas. A maioría dos ións que

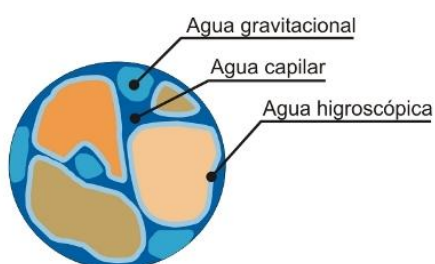


Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

facilita a súa absorción polas plantas.

Capacidade de almacenamento de auga do solo

A capacidade de almacenamento de auga dun solo depende do tipo de poros que conteña. Os poros moi grandes non son quen de reter a auga e unha vez que para de chover esta auga baixa por gravidade cara zonas inferiores do solo (auga gravitacional). Os poros moi pequenos, debido á abundancia de cargas superficiais, reteñen fortemente a auga e ésta non pode ser utilizada polas plantas (auga higroscópica). Son os poros de tamaño intermedio ou certas zonas dos poros grandes os que almacenan a



auga e o mesmo tempo permiten a súa utilización polas plantas xa que non está fortemente unida á superficie das partículas sólidas (auga capilar).

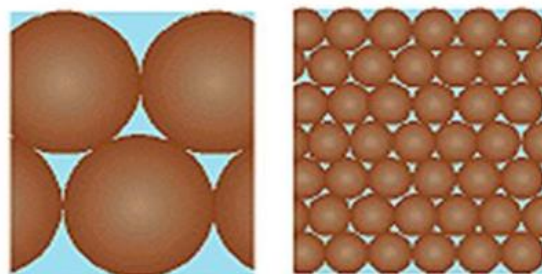
Loxicamente esta característica está directamente relacionada coa textura dos solos: os solos areosos conteñen poros moi grandes e a maioría da auga é gravitacional co que almacenan pouca auga, mentres que os arxilosos conteñen poros moi pequenos cunha gran superficie e neles predomina a auga higroscópica non utilizable polas plantas. Os solos francos son que teñen unha mellor capacidade para o almacenamento de auga.

d) Porosidade e permeabilidade

Son dúas propiedades dos solos que dependen en boa medida da textura e estrutura. A porosidade é a proporción do volume total do solo ocupado polos poros, mentres que a permeabilidade é a facilidade coa que os fluídos atravesan o solo. A permeabilidade do solo depende non só do volume total dos poros senón do seu tamaño e do conectados que estean entre eles. Por exemplo os solos areosos deixan poros grandes e ben conectados polo que son solos moi permeables. Pola contra os solos arxilosos teñen moitos poros o que fai que sexán máis porosos ca os areosos con todo son impermeables xa que estes poros son moi pequenos e pouco conectados co que a auga se move entre eles con moita dificultade (figura inferior)

Areoso

Arxiloso



utilizan as plantas (principalmente catións) están unidos ás partículas sólidas do solo que conteñen carga superficial negativa (arxilas e ácidos húmicos principalmente) o que evita o seu arrastre pola auga de choiva ata o subsolo. A medida que as plantas van absorbendo estes catións da disolución do solo van sendo reemplazados polos que estaban unidos á parte sólida, de ahí o papel de almacén que teñen estas partículas que en xeral se denominan **complexo de cambio**. Deste xeito a disolución do solo permanece sempre cunha baixa concentración de solutos o que

O pH do solo

A escala do pH é un xeito de medir a cantidade de H^+ (ou do ión H_3O^+ para ser máis precisos) nunha disolución acuosa, neste caso a disolución do solo. O valor intermedio ($pH = 7$) corresponde a un pH neutro, valores de $pH < 7$ son ácidos e teñen elevadas concentracións de H^+ , mentras que $pH > 7$ son básicos ou alcalinos con pouca cantidade de H^+ .

Os valores de pH da maioría dos solos oscilan entre 5,5 e 7, anque hai solos con pH diferentes onde viven organismos adaptados a eles.

O pH exerce unha gran influencia sobre a vida e os procesos que acontecen nos solos:

- Alteran da dispoñibilidade de nutrientes para as plantas.
- Inflúen sobre as reaccións químicas que acontecen nos solos.
- Afectan notablemente aos microorganismos do solo, que como sabemos son os descompoñedores e participan en procesos importantes dos ciclos bioxeoquímicos.

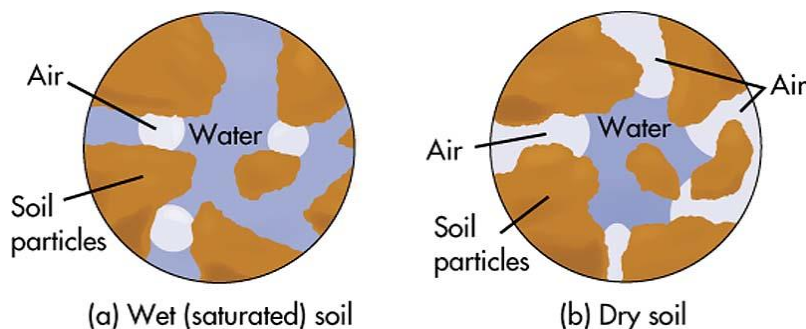
O pH dun solo depende principalmente do tipo de rocha que o orixina e do clima. En xeral as rochas ricas en minerais félsicos como os granitos, gneises, cuarcitas dan pH ácidos mentras que as calizas ($CaCO_3$) adoitan dar pH básicos.

6.2.1.3- A atmosfera do solo

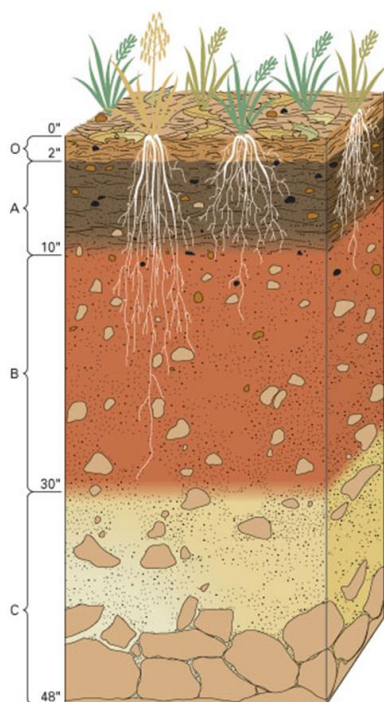
Como xa comentamos o volume de poros do solo está ocupado por aire e auga. A proporción relativa destes depende do tipo de poros e das condicións climáticas (temperatura e pluviosidade). O aire contido no solo se chama **atmosfera do solo** e está en equilibrio coa atmosfera, é dicir, os gases se intercambian continuamente por difusión de onde hai máis cantidade a onde hai menos. En xeral o CO_2 difunde dende o solo a atmosfera e o osíxeno ao revés.

A importancia da atmosfera do solo está en que proporciona bases para os seres vivos do solo, especialmente osíxeno para as raíces das plantas e os microorganismos aeróbicos que fan a respiración celular. Outro gas importante é o nitróxeno que é utilizado polas bacterias fixadoras.

O contido en auga e aire no solo debe ser equilibrado, así os solos saturados de auga carecen de aire e as raíces non poden realizar a respiración celular co cal a maioría das plantas non podería sobrevivir. Pola contra os solos sen auga tampouco son axeitados para a vida vexetal xa que a necesitan para realizar a fotosíntese e outras actividades. Con todo hai plantas que posúen adaptacións especiais para sobrevivir nestes solos.



6.2.2- O PERFIL DO SOLO



Os procesos que acontecen no solo fan que se diferencien nel unha serie de capas horizontais chamadas **horizontes do solo**. Ao conxunto destes horizontes se lle chama **perfil do solo**. Nun solo completo e maduro (que ten tódolos horizontes) podemos distinguir catro horizontes: O, A, B e C que están situados sobre rocha alterada que se nomea coa letra R e que se chama **rocha nai xa** que a súa meteorización aporta a maioría do material inorgánico do solo.

Horizonte O

Moi rico en materia orgánica que está a ser descomposta polos descompoñedores. Na parte superficial predomina o follato e na máis profunda o humus.

Horizonte A ou eluvial

Cor de gris claro a negro dependendo da cantidade de materia orgánica presente. A choiva vai arrastrando a materia orgánica e mineral soluble cara horizontes inferiores (eluviación ou lixiviación) a medida que vai rematando a súa descomposición. É onde se desenvolve a maioría da vida do solo.

Horizonte B ou iluvial

Cor marrón a vermello, en xeral con pouca materia orgánica.

Neste horizonte se acumula material procedente do horizonte A e o procedente da meteorización da rocha nai. Poden acumularse cantidades importantes de óxidos e hidróxidos de ferro e aluminio que dan a cor vermella. A este horizonte chegan as raíces máis profundas.

Horizonte C

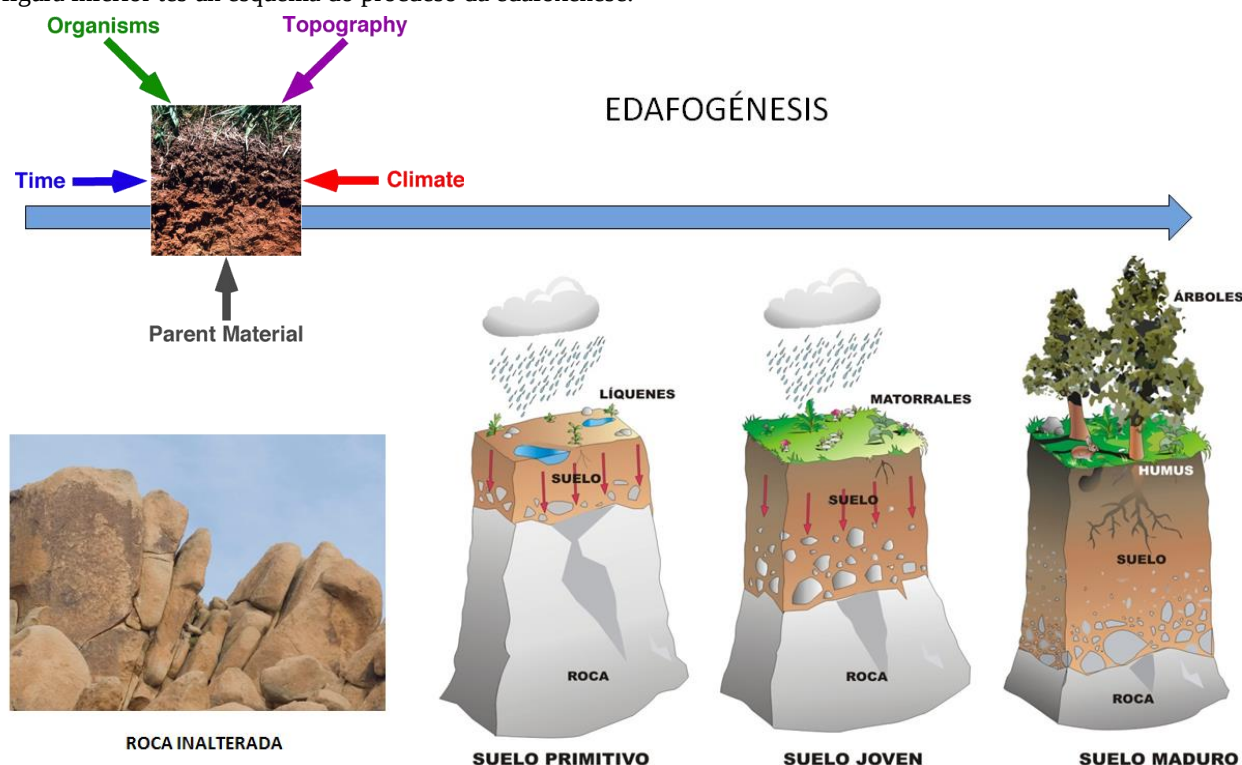
Está formado pola rocha nai meteorizada que suministra a maioría dos minerais que forman o solo e ata aquí poden chegar as raíces das árbores máis altas. Por debaixo estaría a rocha sen alterar que non forma parte do solo pero en ocasións se lle chama **horizonte R**.

6.2.3- A FORMACIÓN DO SOLO: EDAFOXÉNESE OU PEDOXÉNESE

O proceso de formación do solo a partir dunha rocha inalterada se chama edafoxénese. Este proceso depende de 5 factores básicos: clima, tipo de rocha, seres vivos, topografía e tempo que se interrelacionan entre eles.

- Clima, principalmente a temperatura e as precipitacións. A dispoñibilidade de auga e a temperatura afecta ao tipo de meteorización que experimentará a rocha que orixinará o solo que como sabemos é material de partida para a súa formación. Por outra banda o clima afecta directamente ao tipo de seres vivos que son outro factor na formación dun solo.
- Tipo de rocha. Existen rochas máis ou menos meteorizables co que a velocidade de formación do solo dependerá da resistencia rocha. O tipo de rocha tamén inflúe sobre os produtos da súa meteorización que son a base da formación do solo.
- Seres vivos. Os seres vivos son un factor importante na meterización da rocha e tamén aportan a materia orgánica que forma parte do solo. A presenza de seres vivos acelera os procesos de formación de solos.
- Topografía. Zonas con fortes pendentes tardan en desenvolver solos xa que os produtos da meteorización son rapidamente eliminados e non da tempo a que se formen solos. Pola contra as zonas máis planas almacenan estes produtos da meteorización e é máis doado a formación dun solo.
- Tempo. En xeral os procesos de edafoxénese son lentos polo que o desenvolvemento dun solo maduro precisa tempo. Dependendo dos outros factores o tempo requerido para a formación dun solo pode variar notablemente. Por exemplo en climas tropicais con moita humidade e elevadas temperaturas onde se desenvolve unha importante vexetación se ten documentado a formación de solos maduros sobre coadas de lavas en menos de 10 anos.

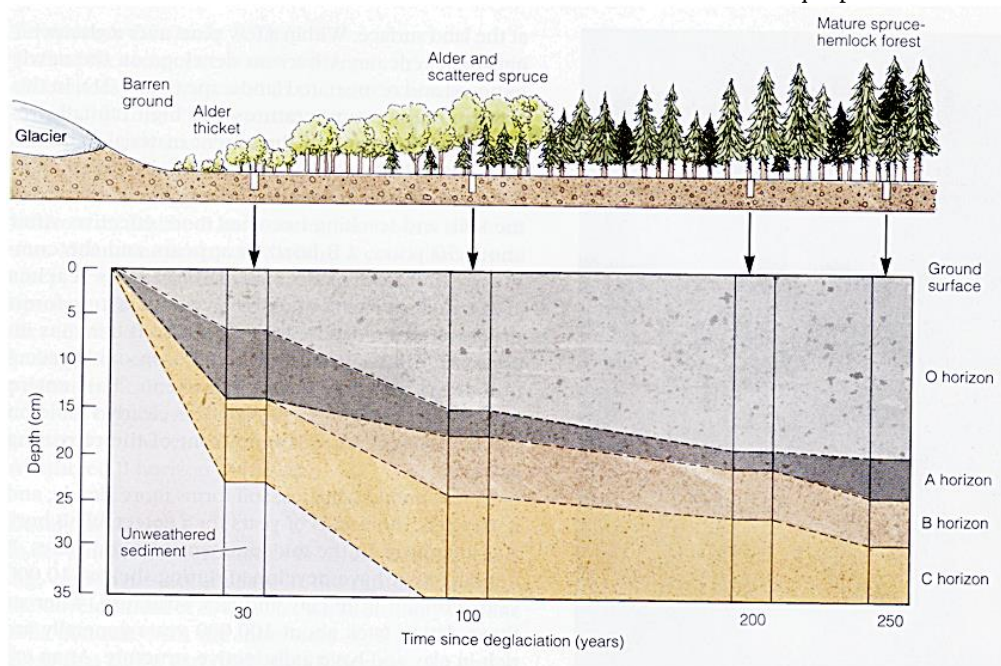
Na figura inferior tes un esquema do procedeso da edafoxénese.



Como podes ver o punto de partida é unha rocha fresca inalterada e acontecen dous procesos paralelos:

- Meteorización da rocha nai, principalmente por axentes físicos e químicos que ao irse disgregando aporta o material mineral do solo e permite a instalación da vexetación que aporta a materia orgánica ao solo.
- Diferenciación dos horizontes. A medida que se instalan os primeiros organismos se aporta a materia orgánica o que permite a diferenciación do horizonte A e como consecuencia se pode instalar unha vexetación máis esixente e con maior biomasa (herbas, matogueira) o que permite que se empece a formar o horizonte B co material lixiviado do A ata formar un solo maduro.

O tempo que tarda en conseguirse un solo maduro depende do tipo dos factores mencionados anteriormente. Na figura tes un resumo dos estudos realizados en Alaska nas zonas de retirada dos xeos e que permitiu establecer a seguinte secuencia:



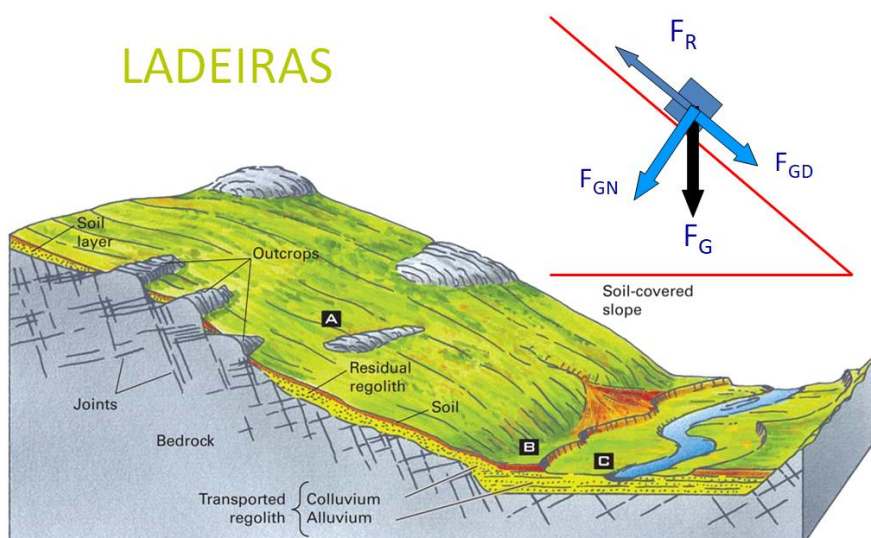
- Inicio da meteorización da rocha e instalación dos primeiros organismos: líques e musgos que conduce á formación dun horizonte A moi fino. Poucos anos.

- Desenvolvemento de vexetación herbácea e de matogueira con aumento de grosor do horizonte A e inicio da formación do horizonte B. O grosor dos horizontes A + b acada os 10 cm nus 50 anos.

- Aos 150 anos se acada un solo maduro cos horizontes ben desenvolvidos.

6.3- FENÓMENOS DE LADEIRA OU DE TRANSPORTE EN MASA

LADEIRAS



Unha ladeira é un plano inclinado no que os materiais ali situados están sometidos á forza da gravidade e polo tanto tenden a desprazarse cara abaixo. Na imaxe da esquerda tes un esquema dunha ladeira e das forzas que actúan sobre os materiais.

6.3.1 - FACTORES QUE AFECTAN AOS MOVEMENTOS DE LADEIRA.

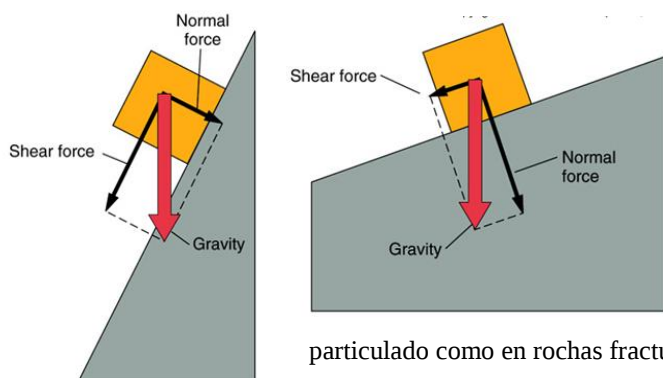
a) Tipo de material

Neste apartado hai que distinguir se se trata dun material particulado ou dun material consistente.

Material particulado é aquel constituído por anacos sólidos de pequeno tamaño pouco unidos entre eles (areas, arxilas, ...) en xeral sedimentos ou solos. Neste caso a

forza de rozamento é pequena e o material tende a moverse máis facilmente e se deforma durante o desprazamento.

O **material consistente** son as rochas onde os seus compoñentes están fortemente unidos co que a forza de rozamento é maior e o seu desprazamento é menos doado. Estes materiais están afectados por distintos graos de fracturación o que facilita o seu movemento.



b) Pendente

Como podes ver no esquema canto maior é a pendente maior é a compoñente de deslizamento da gravidade co que o desprazamento será maior.

c) Presenza de auga

En material particulado a auga en pequenas cantidades actúa como un pegamento incrementando a forza de rozamento pero a maior cantidade actúa como un lubricante facilitando o movemento, tanto en material

particulado como en rochas fracturadas.

d) Vexetación

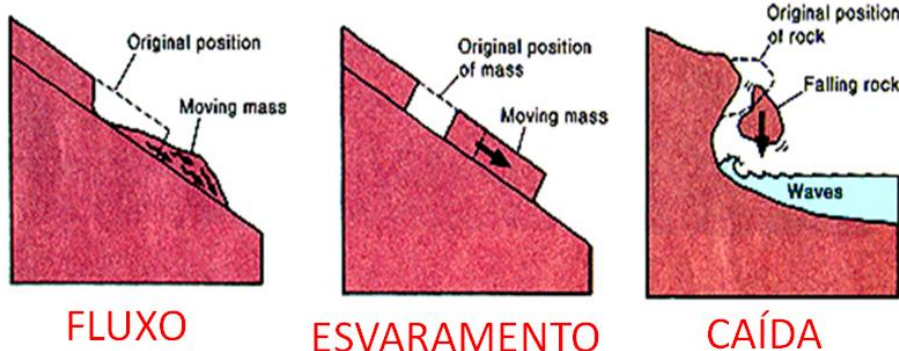
A vexetación actúa de distinta maneira según se trate de material particulado ou rochas. No primeiro caso (solos, sedimentos) as partes subterráneas das plantas (raíces, rizomas) une as partículas aumentando a forza de rozamento e polo tanto dificultando o desprazamento. Pola contra en material consistente as raíces das plantas incrementan a fracturación facendo máis doado o movemento dos anacos.

6.3. - TIPOS MOVEMENTOS DE LADEIRA.

Existe unha complexa clasificación deste tipo de movementos que intentaremos simplificar.

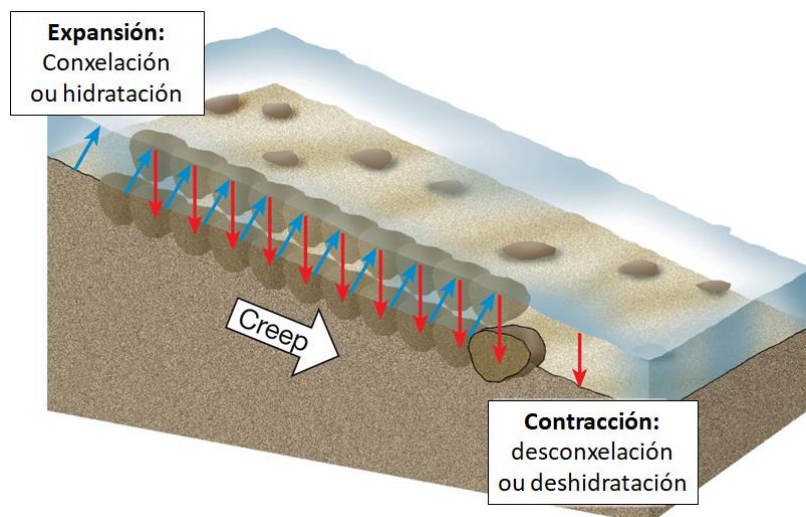
Inicialmente os podemos clasificar en tres categorías aínda que hai situacións intermedias: fluxo, deslizamento e caída que tes esquematizadas na figura da dereita.

No fluxo o material se despraza pola ladeira e varía a súa forma, afectando sobre todo a material particulado. No esvaramento ou deslizamento o material, xeralmente rocha, vai en contacto coa superficie de deslizamento e non muda a súa forma. No caso da caída o material non está en contacto con ningunha superficie durante o seu desprazamento.



6.3.1- Fluxo

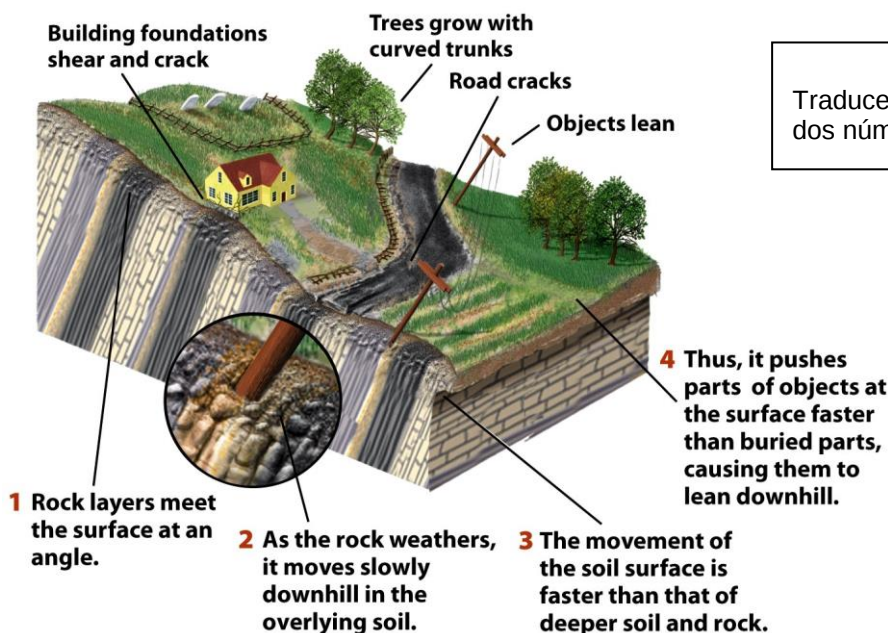
No fluxo o material se comporta como un fluído deformándose a medida que se despraza pola ladeira. Vexamos algúns exemplos:



a) Reptación do solo (creep)

Afecta ao solo que como xa vimos está formado por partículas de menos de 2 mm. É un desprazamento moi lento (cm/ano) que se produce cando o material que forma o solo se ve sometido a ciclos repetidos de aumento e diminución de volume, habitualmente por xeo-desxeo ou hidratación-deshidratación.

Na imaxe da esquerda tes un esquema do proceso. Cando se produce un aumento de volume o fai nunha dirección perpendicular á ladeira pero ao diminuír acontece unha caída que é na vertical. Esta combinación de movementos xenera un **desprazamento na dirección da pendente** que constitúe a reptación, proceso moi lento pero que xenera importantes efectos a longo prazo que tes resumidos na figura inferior

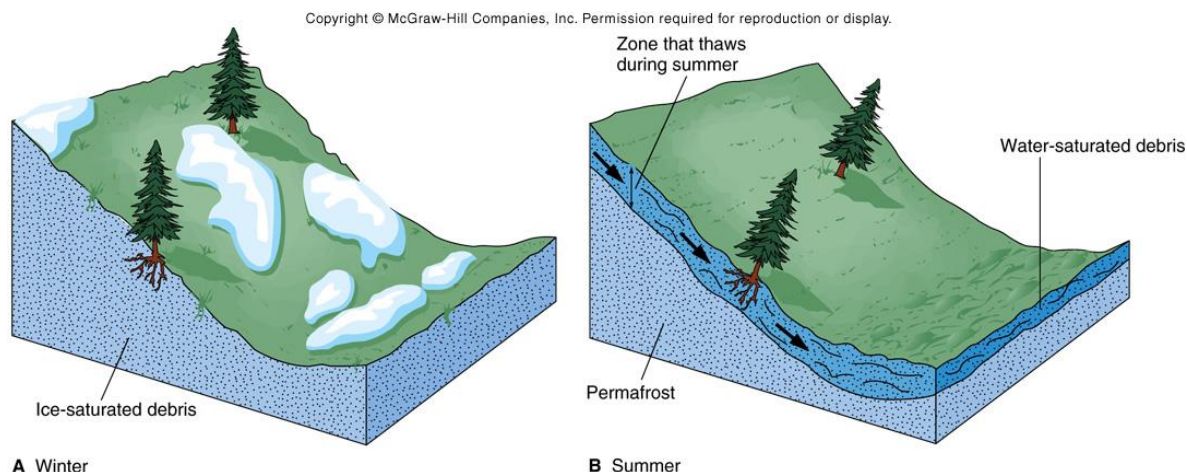


EXERCICIO

Traduce os textos da figura seguindo a orde dos números cando os haxa.

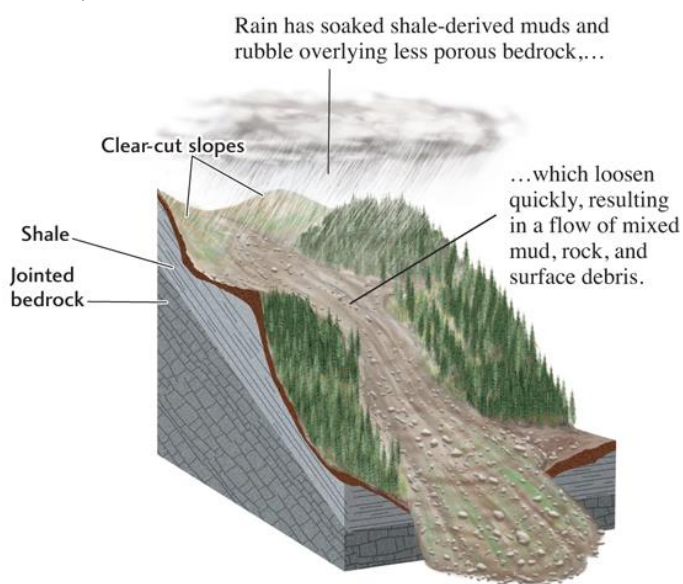
b) Solifluxión

Dase en climas periglaciares, e dicir, aqueles nos que o solo permanece xeadado unha parte do ano. Na época de desxeo a parte superior se derrete pero queda unha zona máis profunda conxelada chamada **permafrost**. A parte desconxelada está saturada de auga e o solo se desliza pendente abaixo a velocidades variables (mm/ano a mm/día) o que orixina abultamentos chamados coadas e lóbulos de solifluxión característicos deste tipo de climas (figura da páxina seguinte).

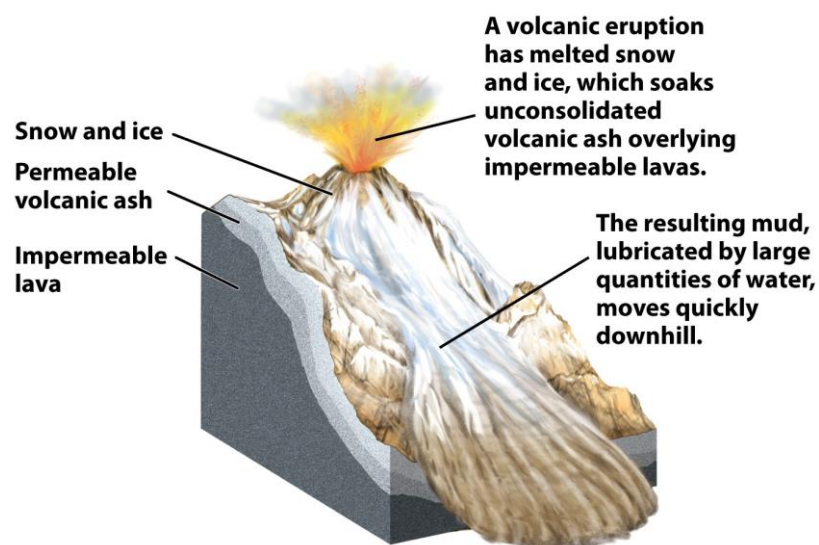


Fluxo de derrubios (debris flow)

Fenómeno máis rápido ca o anterior con velocidades en torno aos 30 km/h. Acontece sobre materiais finos (limos e arxilas) que conteñen fragmentos rochosos de tamaño centimétrico a decimétrico. Cando este material acumula auga (en torno ao 50 %) se volve moi plástico e se despraza ladeira abaixo orixinando importantes danos. Este tipo de movementos adoitan desencadearse despois de intensas choivas en zonas con pouca vexetación onde se xeneran os fragmentos rochosos (figura inferior).



© Erin Paul Donovan/Alamy.



c) Coadas de barro

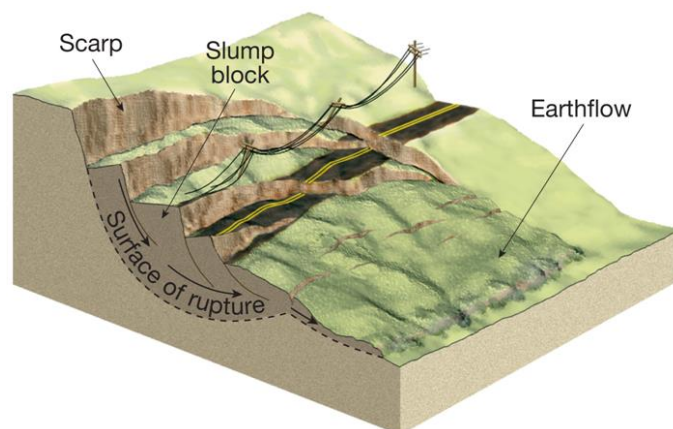
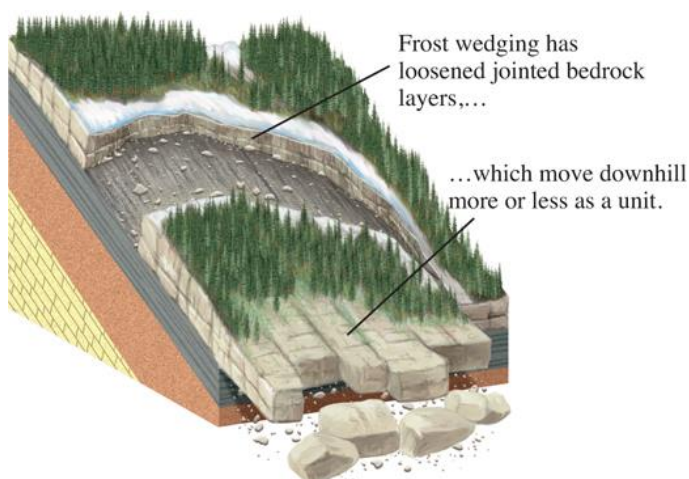
As coadas de barro se dan sobre materiais onde predominan os materiais finos: limos e arxilas e con cantidades de auga superiores aos fluxos de derrubios. Os materiais finos saturados de auga se comportan como un río de barro que se despraza ladeira abaixo a velocidades que poden superar os 100 km/hora.

O término **lahar** (palabra indonesia) se aplica a coadas de barro ou fluxos de derrubios de orixe volcánico como o que tes ilustrado na figura adxunta.

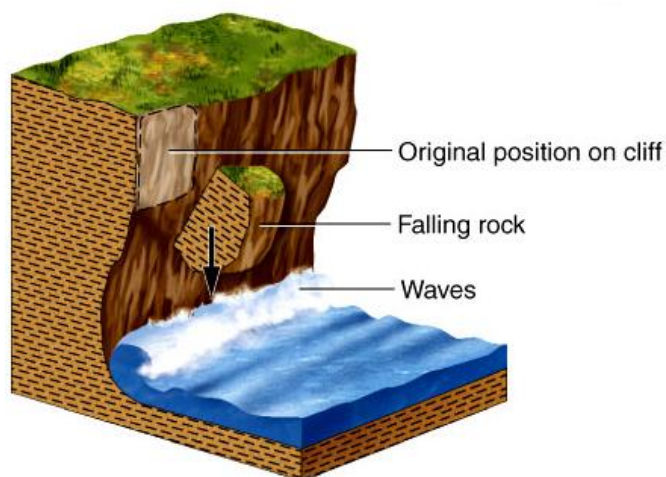
6.3.2- Deslizamento ou esvaramento

Neste caso o material non se comporta como un fluído, mantendo a súa forma a medida que se despraza pola ladeira e en contacto con ela.

Afecta xeralmente a fragmentos rochosos ou partículas fortemente unidas entre elas (figuras inferiores). Poden ser **traslacionais** (esquerda), cando a superficie de deslizamento é recta ou **rotacionais** (dereita), cando é curva.



O deslizamento traslacional afecta sobre todo a rochas consistentes que son fracturadas por distintos procesos de meteorización física mentras que os rotacionais se dan en material particulado que contén pouca auga e polo tanto é máis consistente. Neste último caso ao final do esvaramento adoita desfacerse o material esvarado xenerando un pequeno fluxo.



6.3.3- Caída

Acontece en material consistente cando fragmentos de rocha perden a súa suxeición natural en zonas de fortes pendentes e se moven sen estar en contacto cunha superficie de desprazamento.

6.3.4- Avalanchas e correntes de terra

A clasificación dos fenómenos de ladeira é complexa e con frecuencia hai situacións intermedias entre os tipos citados, como acontece habitualmente en Xeoloxía. Os termos avalancha e correntes de terras se refiren a movementos rápidos de grandes cantidades de materiais nos que se poden incluír tamén os aludes de neve.

Na figura inferior tes unha fotografía e un esquema dun destes

procesos

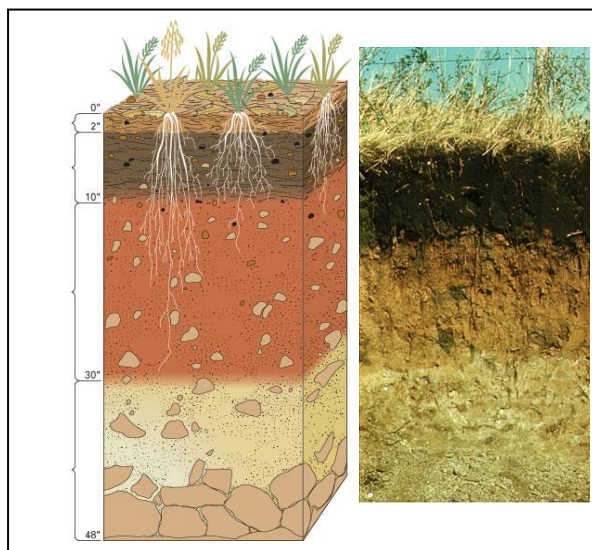
Estes fenómenos se poden desencadear por procesos como choivas intensas, seísmos, erupcións volcánicas, etc e son potencialmente moi perigosos xa que poden causar importantes danos a vidas e propiedades humanas. No tema de riscos xeolóxicos voltaremos sobre eles.



EXERCICIOS

1. Responde as seguintes cuestións relacionadas cos procesos externos:

- 1.1. Describe os procesos de meteorización química nos que intervén a auga. (ABAU 20)
- 1.2. Explica os axentes, reaccións e produtos da meteorización química. (ABAU 24)
- 1.3. Explica cales son os factores de meteorización física. (ABAU)
- 1.4. Describe as propiedades de textura e estrutura do solo.
- 1.5. Realiza un esquema do perfil do solo, definindo os principais horizontes.
- 1.6. Explica os principais componentes e horizontes dun solo. (ABAU 24).
- 1.7. Explica os factores de formación do solo. (ABAU 24)
- 1.8. Explica os conceptos de perfil e horizontes dun solo. (ABAU 23)
- 1.9. Establece as diferenzas entre os seguintes fenómenos de ladeira: “reptación” e “esvaramento”.
- 1.10. Explica os factores e clasificación dos procesos gravitacionais. (ABAU 22)
- 1.11. En relación aos procesos gravitacionais, explica en que consisten reptación e solifluxión.



2. Que representa a figura da dereita? Nomea os elementos delimitados polas claves e define brevemente as súas características.

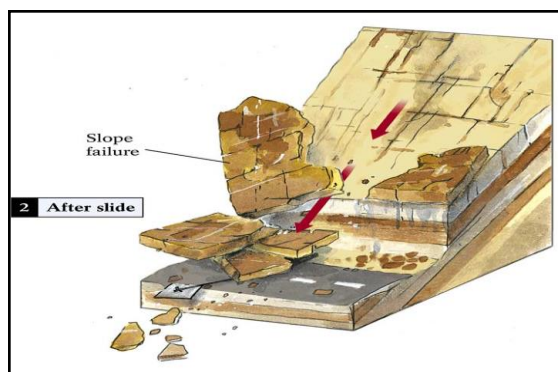
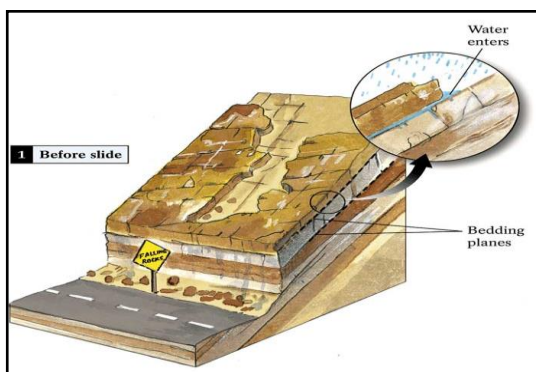
3. A fotografía inferior é dun canchal, forma da paisaxe resultante da combinación dun determinado tipo de meteorización de dun fenómeno de ladeira.



- a) Que é un canchal?
- b) Que proceso de meteorización é o responsable da fracturación da rocha? Explica en que consiste.
- c) Que fenómeno de ladeira acontece?

4. Na imaxe inferior tes representado un determinado proceso que aconteceu tras un período de fortes choivas.

- a) De que proceso se trata e a que tipo de material adoita afectar?
- b) Que papel xoga a auga no proceso?



5. Define: (ABAU)

Reptación – Hidrólise – Crioclastia – Solo – Xelifracción