

## Sección Nº 6

### XEODINÁMICA INTERNA. IMPACTOS

#### XEODINÁMICA INTERNA. IMPACTOS

1. Xeosfera: Estrutura e composición.
  - 1.1. Definición.
  - 1.2. Estrutura e composición.
    - 1.2.1. Estrutura xeoquímica
    - 1.2.1. Estrutura dinámica.
2. Balance enerxético da Terra.
3. Enerxía interna.
  - 3.1. Orixe da enerxía interna.
  - 3.2. Xeodinámica interna.
4. Impactos xeolóxicos.
  - 4.1. Concepto de risco xeolóxico.
  - 4.2. Risco volcánico.
    - 4.2.1. Factores de risco volcánico.
    - 4.2.2. Perigos dos volcáns.
    - 4.2.3. Predición e prevención.
  - 4.3. Riscos sísmicos.
    - 4.3.1. Danos sísmicos.
    - 4.3.2. Predición e prevención.

## 1. Xeosfera. Estrutura e composición.

A xeosfera é un sistema terrestre que serve de soporte ou base ao resto dos sistemas terrestres (hidrosfera, atmosfera e biosfera). En Ciencias da Terra o que se pretende é sentar as bases do funcionamento como sistema da súa capa máis superficial, a litosfera, da dinámica natural da cal resultan os procesos xeolóxicos, así como os riscos asociados a eles.

A Xeosfera está constituída na súa maior parte por compostos dos elementos osíxeno, silicio, os silicatos, e o seu radio medio é de 6.370km. Está estruturada en zonas concéntricas de composición diferente a densidade da cal aumenta facía o interior (Estrutura Xeoquímica) da existencia da cal e localización tívose coñecemento grazas ao estudio das ondas sísmicas.

**1.2.1. Estrutura xeoquímica**, tendo en conta estas diferenzas en canto á composición, a xeosfera divídese en tres capas limitadas por discontinuidades (cambios de composición).

- **Núcleo.**

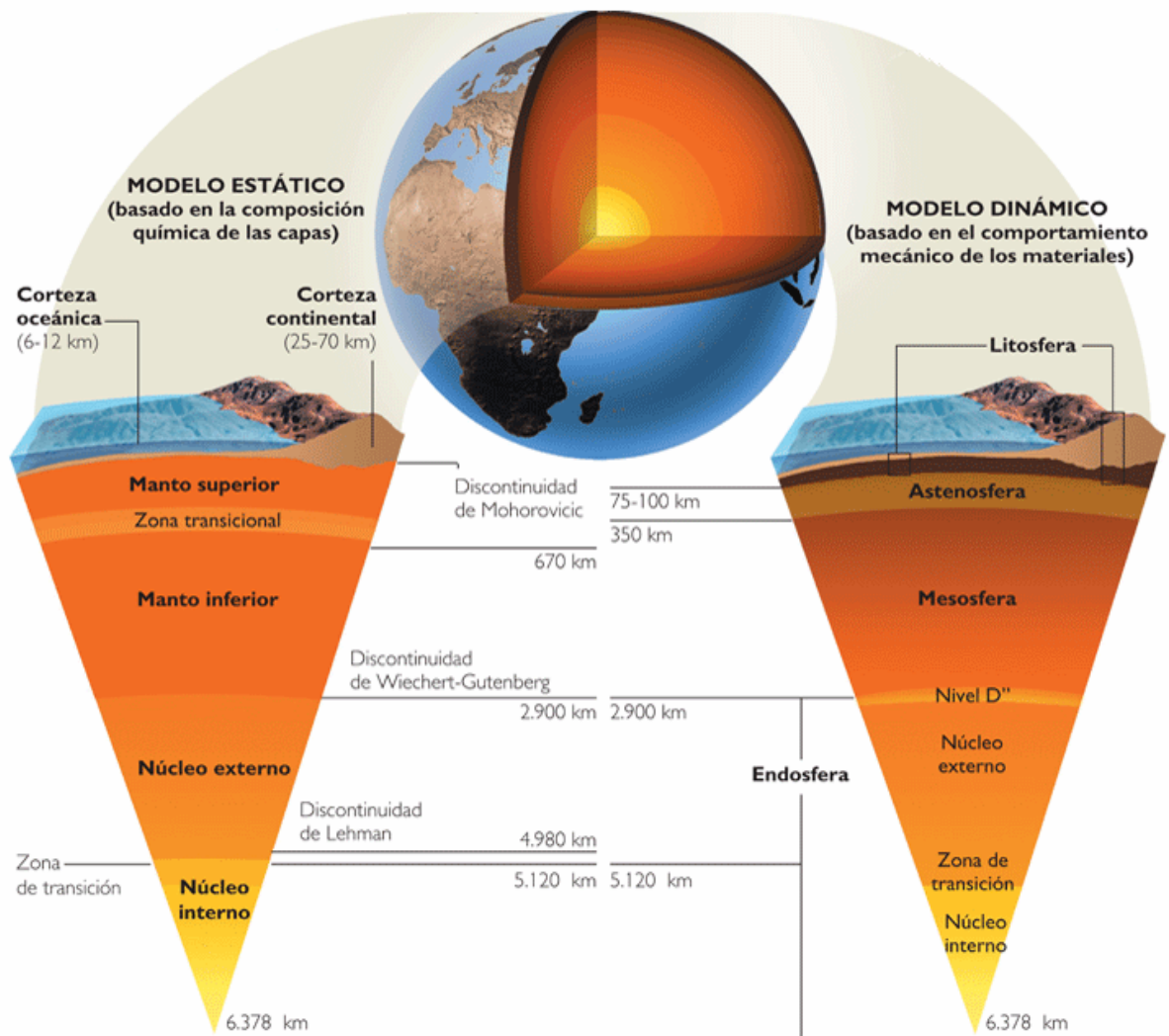
O seu radio é de 3.468 Km. representa o 30% da masa total do planeta a súa composición é semellante á dos meteoritos metálicos (sideritos) formados sobre todo por ferro, níquel. A súa temperatura é moi elevada debido á calor remanente residual do momento de orixe do planeta e ás reaccións de descomposición radiactiva que teñen lugar no núcleo. Diferéncianse o o dous zonas de igual composición e diferente estado, un núcleo interno sólido debido á enorme presión (a pesar de estar a maior temperatura) e un núcleo externo líquido, na superficie (zona D) do cal teñen a súa orixe os procesos convectivos que rexen a dinámica interna da xeosfera. Así pois, o núcleo participa nos procesos convectivos que expulsan calor cara ao exterior e que serán causa da dinámica da litosfera.

- **Manto.**

É unha capa rochosa situada entre a discontinuidade de Gutenberg (a 2.900 Km de profundidade) e a de Mohorovicic. A súa composición é osíxeno, silicio, ferro e magnesio (silicatos ferromagnesianos) en estado sólido sometidos a unha temperatura moi alta e unha grande presión de confinamento. O manto transmite calor cara ao exterior, Plumas e Correntes de Convección. Na parte superior do manto hai unha pequena capa (discontínua e intermitente) que se atopa nun punto de fusión incipiente, onde as pegmatitas do manto están en estado sólido-plástico, é a astenosfera, de especial importancia na dinámica da litosfera.

- **Codia.**

É moi delgada, o seu grosor oscila entre 5 e 70 Km. En canto á súa composición as rochas da codia diferéncianse das do manto en que conteñen, xunto con abundante silicio e osíxeno, proporcións importantes de metais máis lixeiros: aluminio, sodio, calcio e potasio (aluminosilicatos). Diferénciase en codia oceánica (máis delgada e densa, de composición basáltica) e continental (de composición moi variable, onde se destaca o granito).

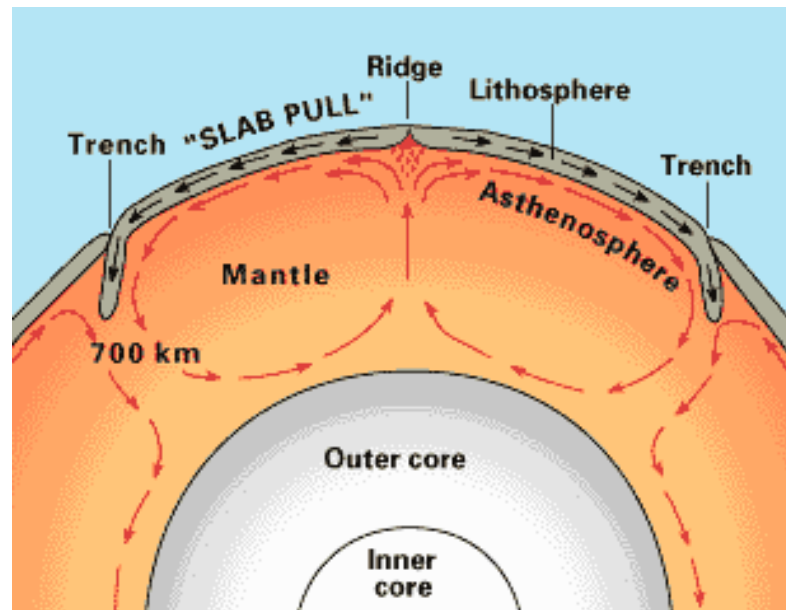


**1.2.1. Estrutura dinámica.** Establécese tendo en conta o comportamento dos materiais independentemente da composición.

O modelo dinámico distingue 5 unidades: Litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo externo e núcleo interno.

- **Litosfera,** é a capa exterior de rocha dura e quebradiza, formada por toda a codia e parte do manto superior, o seu grosor varía entre 50 e 125Km. A súa dinámica dá lugar aos procesos xeolóxicos, así como os riscos asociados a eles.
- **Astenosfera,** encuetrase debaixo da litosfera, capa branda do manto superior a súa temperatura é de 1400° C e a súa profundidade chega aos 300Km.

A litosfera sólida e quebradiza é capaz de desprazarse sobre a astenosfera branda e plástica debido ás correntes de convección ascendentes que nas dorsais oceánicas crean nova litosfera oceánica e á forza da gravidade que contribúe ao afundimento e destrución desta litosfera nas zonas de subducción.



A tectónica de placas explica as causas e localización da maior parte dos procesos xeolóxicos, especialmente os internos, a litosfera atopa rota formando as placas litosféricas que se desprazan dunhas e outras. Esta mobilidade tivo consecuencias na evolución dos seres vivos, a formación dos recursos naturais, dinámica da hidrosfera, distribución das grandes cuncas sedimentarias e formación das grandes oróxeas.

Os límites entre as placas reciben o nome de bordos, divídense en: construtivos (expansión) onde se forma nova litosfera por acreción, destrutivo (converxencia) prodúcese subducción, destrución de litosfera e bordos pasivos ou de falla transformante onde non se xera nin se destrúe litosfera, as placas esvaran unhas ao lado das outras.



## 2. Balance enerxético da Terra.

O Sistema Terra está sustentado por un fluxo permanente de enerxía que provén de dúas fontes:

- Interna: calor interna (calor remanente residual do momento de orixe do planeta e ás reaccións de descomposición radiactiva que teñen lugar no núcleo).
- Externa: calor externa: radiación solar baixo a forma de radiacións electromagnéticas do sol. Ao incidir a enerxía solar sobre a superficie terrestre, parte dela reflíctese directamente de volta ao espazo, pero o resto absórbese pola atmosfera, océanos e superficie emerxidas esta enerxía atopa agora baixo a forma de calor, o cal, á súa vez pódese transformar en enerxía cinética do aire, auga e partículas de rocha que se moven debido ao rozamento no movemento a enerxía cinética vólvese transformar en calor e finalmente en radiación electromagnética.

Consideramos o sistema terrestre un sistema aberto ou caixa branca onde entra e sae continuamente enerxía.

### 3. Enerxía Interna.

O planeta Terra formouse fai uns 4.600 millóns de anos, igual que todos os planetas do Sistema Solar, por aglomeración de materia sometida a atracción gravitatoria e a acreción de planetesimais dun disco primitivo de po e gases que orixinou todo o Sistema Solar.

Nos primeiros tempos debido ás condicións físicas a terra quentouse tanto que se converteu nunha grande masa incandescente que xiraba sobre se mesma (rotación) e en torno ao Sol (translación), pouco a pouco arrefriouse e foi evolucionando ata ter as características e o aspecto actual. Neste proceso debido a que o planeta estaba extremadamente quente (en estado fundido) e xirando sobre se mesma, os materiais fóronse distribuindo por capas segundo a súa densidade, os elementos máis pesados como o ferro fóronse afundindo cara ao interior e os máis lixeiros foron depositándose en zonas máis superficiais, ao mesmo tempo os elementos ao baixar a temperatura móvense menos e reaccionan entre se segundo as súas afinidades químicas formando os minerais, especialmente silicatos. O enfriamento continúa na actualidade xa que no interior terrestre queda calor remanente da orixe do planeta e tamén calor debido á descomposición radiactiva que ten lugar no núcleo. Todo este proceso levou á formación de capas de composición química diferente (núcleo, manto e codia) e a outras de comportamento diferente segundo o seu estado (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo externo e núcleo interno).

#### 3.1. Orixe da enerxía interna.

É a calor interno residual e a enerxía radiactiva son os responsables dos procesos internos, dende o núcleo interno propagan por convección a través do manto e da codia onde se transforma en enerxía mecánica capaz de producir magmatismo, metamorfismo, sismicidade e deformación. En xeral estas transformacións son progresivas pero cando se produce por unha liberación brusca de enerxía dan lugar aos procesos paroxísmicos (terremotos e erupcións volcánicas).

#### 3.2. Xeodinámica interna.

O magmatismo é o principal proceso xerador de rochas e ademais transfire calor e composto volátiles do manto á superficie transportando numerosos metais formando novos depósitos.

As zonas de formación de magmas son:

- As dorsais, onde se forma un fluxo ascendente de calor polo descenso de presión xerándose magma basáltico (temperaturas altas e baixas presións). Magmas básicos, ferromagnesianos, rochas volcánicas (basalto) na parte superior e rochas plutónicas (gabros) na parte inferior da nova litosfera oceánica.
- As zonas de subducción, onde a placa que subduce arrastra consigo sedimentos hidratados, se vai quentando e a auga baixa o punto de fusión dos minerais da codia continental supraxacente, que se funden dando lugar a un magma ácido que ao arrefriarse lentamente dá lugar ás rochas plutónicas (granitos e granodioritas) e se se solidifica rapidamente en superficie dá lugar ás rochas volcánicas (andesitas).



A actividade sísmica ou sismicidade é moi notoria nos bordos de placa, a localización dos terremotos (liberación de certa cantidade de enerxía) nestas zonas de bordo de placa é moi frecuente, nótese a abundancia de terremotos fortes nun anel que rodea ao Pacífico (marxes externas das placas Pacífica, Naza e Coco, outro cinto esténdese dende o mar Mediterráneo ata Indonesia (límite activo entre a placa euroasiática e as placas africana e australiana), a maior parte son bordos de subducción ou bordos destrutivos e de colisión. Nos bordos de subducción os terremotos son máis violentos, con focos profundos e marcan o perfil da placa que penetra no manto: plano de Benioff.

Outros cinturóns importantes discorren polo centro da cunca do Océano Atlántico, a través do Océano Indico e a través da cunca do Pacífico sur son os bordos construtivos ou expansivos onde os terremotos teñen intensidades máis ben baixas e os seus focos se localizan preto da superficie.

Nos bordos pasivos, fallas transformantes, non hai nin creación nin destrución de placa, os movementos débense a tensións tanxenciais por deslizamento que libera bruscamente enerxía causando intensos terremotos como a falla de Santo Andrés.

Tamén se producen por fallamento de rocha cortical quebradiza que supera o límite elástico e libérase unha grande cantidade de enerxía en zonas de intraplaca.

#### As deformacións tectónicas:

Nas zonas de choque entre placas prodúcese unha grande de formación, sobre todo nos bordos destrutivos, son os oróxeos. As deformacións varían en función da presión, a temperatura, presenza de fluídos, composición da rocha, etc. Clasifícase en:

- Oróxeos de bordo activo, a subducción dunha placa oceánica baixo outra continental (Andes).
- Oróxeos de colisión, choque de dúas placas continentais (Himalaia).

#### Metamorfismo:

Son os cambios físicos e estruturais das rochas nun ambiente de alta temperatura, alta presión de confinamento, intensa acción de cizallamento ou a combinación de dous ou tres factores, pero sen fusión. As rochas modifican a súa textura e os seus minerais cambian a súa estrutura interna por recristalización, sendo un proceso isoquímico. Están ligados aos bordos destrutivos (altas presións dirixidas e de confinamentos) e aos bordos pasivos.

## **4. Impactos xeolóxicos.**

### **4.1. Concepto de risco xeolóxico.**

A definición de risco xeolóxico segundo a UNESCO é "a posibilidade dunha perda que pode concernir a vidas humanas, á propiedade ou á capacidade produtiva". Enténdese por risco xeolóxico calquera condición do medio xeolóxico ou proceso xeolóxico natural, inducido ou mixto que poida xerar un dano económico ou social. Os riscos pódense clasificar en: naturais, inducidos por accións humanas e mixtos (se as accións naturais se ven incrementadas polas accións humanas).

O risco pode ser considerado como o produto de tres factores:

- Exposición: Número de vidas humanas, polo valor económico dunha propiedade ou pola capacidade produtiva que están expostas a perigo.
- A vulnerabilidade: Medida do grao de eficacia dun grupo social determinado para adaptarse a aos cambios no medio natural que incorporan risco.
- Perigosidade, ou probabilidade de que se produza un suceso catastrófico.

O risco pódese valorar:

$$R = P \cdot V \cdot E$$

Risco (R) é o produto da probabilidade de ocorrencia ou perigosidade (P), por a vulnerabilidade (V) en tanto por un, de perdas ou vítimas, e pola exposición E en número total de vítimas ou danos económicos potenciais ( por evento ou ano). Por o tanto se un dos factores é cero, o risco será nulo.

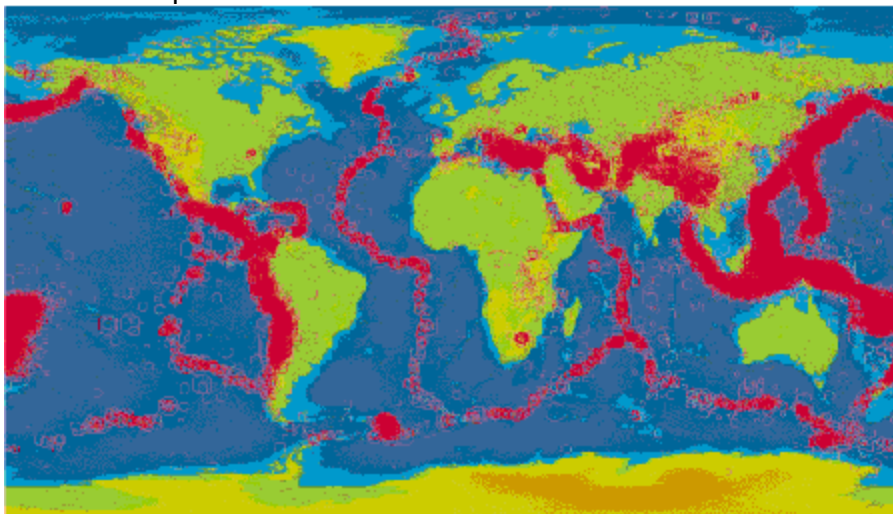
Centrarémonos nos riscos xeolóxicos, que son os sucesos do medio xeolóxico, naturais, inducidos ou mixtos, que poden xerar danos económicos ou sociais e na predición da cal, prevención ou corrección haxan de empregarse criterios xeolóxicos, dentro destes centrarémonos no estudio dos riscos naturais xeolóxicos internos, os riscos volcánicos e sísmicos.

#### 4.2. Risco volcánico.

Manifestación directa da enerxía xeotérmica, saída de magma ao exterior por fracturas, que constitúe un risco natural xa que pode causar morte e destrución.

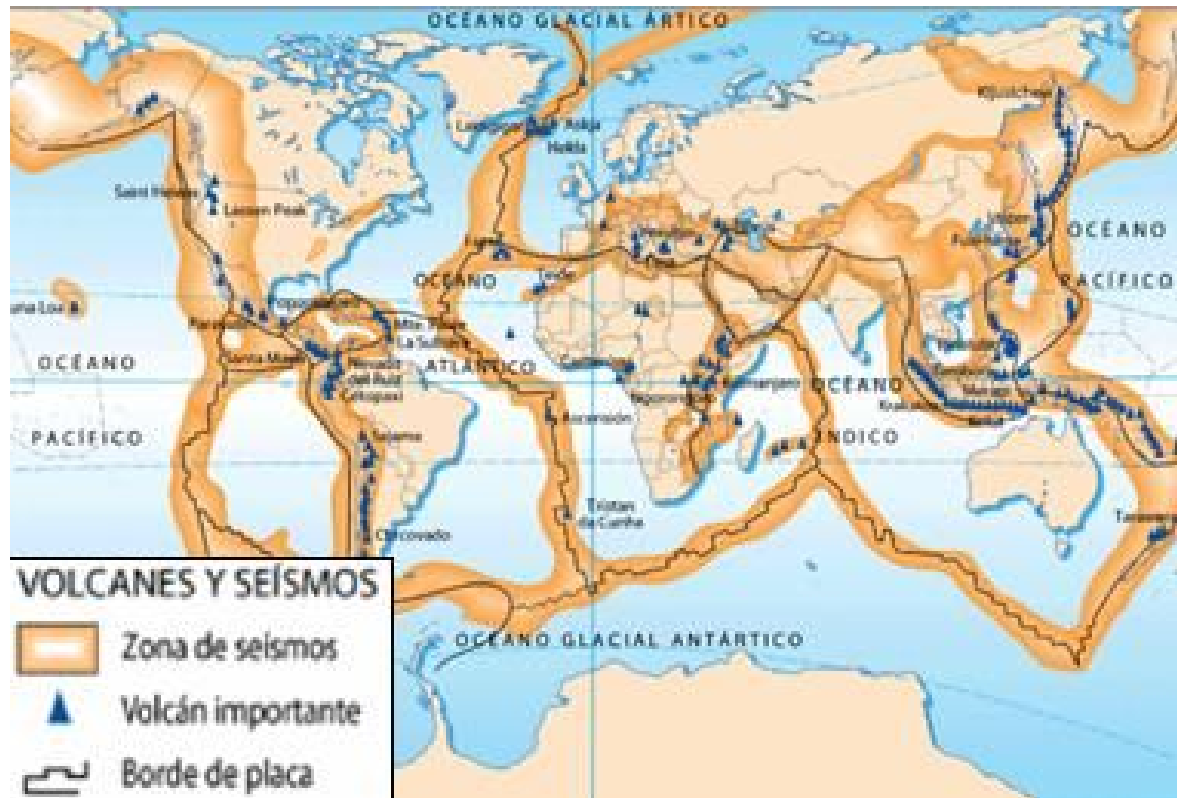
Os riscos volcánicos son pouco predicibles porque os volcáns permanecen inactivos longo tempo. As belas paisaxes e os ricos chans atraen as poboacións, polo que varios millóns de persoas viven preto de volcáns perigosos.

A distribución dos volcáns dos 40.000 volcáns existentes na Terra, só unha cuarta parte atopa por enriba do nivel do mar hoxe só 800 están activos, os demais poden co tempo entrar en erupción.





A súa distribución atópanse nos límites de placas: zonas de subducción ( Cinto de Lume do Pacífico), dorsais (dorsal atlántica, Islandia) ou zonas de interplaca (puntos quentes); Kilimanxaro (centro da placa africana, no val do Rift dunha dorsal incipiente), Hawai (centro da placa Pacífica, oceánica, ).



#### 4.2.1. Factores de risco volcánicos.

- **Exposición:** as áreas volcánicas adoitan ser terras fértiles, con recursos minerais e enerxía xeotérmica, polo que adoitan estar moi poboadas, polo que a aglomeración da poboación fai que o desastre sexa maior do esperado.
- **Vulnerabilidade:** medida coa que se valora a susceptibilidade ante os danos, temos que incluír o grao de conciencia ante os perigos, estado das infraestruturas e das vivendas, a existencia de medidas de tipo político e a capacidade económica das persoas e comunidades para facelo fronte. A riqueza, tecnoloxía, educación e a información diminúen este factor.
- **Perigosidade:** esta en función do tipo de erupción, distribución xeográfica, área afectada e tempo de retorno.

#### 4.2.2. Perigos dos volcáns.

Chuvia de piroclastos, coadas de lava, gases tóxicos, formación de caldeiras e as nubes ardentes, perigos derivados como os tumanis (Kracatoa 1883, miles de vítimas en costas moi afastadas do volcán) lahares, correntes de lama producida pola fusión do xeo ou neve que exista sobre o volcán (Nevado do Ruiz 25.000 mortos en Armeiro, Colombia,. Outros riscos son as avalanchas e deslizamentos como consecuencia dos tremores que acompañan á erupción.

En España solo existe actividade volcánica na Illas Canarias, onde existen moitas manifestacións de vulcanismo atenuado (última erupción, Teneguía, 1971), aquí se aquí se hai un risco volcánico real, acrecentado polo aumento da densidade de poboación. Relaciónase con fracturación en bloques da plataforma continental da placa africana emiten basaltos alcalinos de carácter fluído e baixa explosividade en Tenerife son mais viscosos e con máis gases.

Na península houbo actividade volcánica en Olot, existen conos volcánicos de hai máis de 10.000 anos, Campos de Calatrava (Cidade Real) e o mais antigo é o de Cabo de Gata (Almería).

No transcurso da erupción poden acontecer perigos indirectos que poden ser máis perigosos que as propias erupcións:

- Gases: son maioritariamente vapor de auga, dióxido de carbono, dióxido de xofre, sulfuro de hidróxeno e nitróxeno, en menor proporción cloro e hidroxeno e saen ao exterior con rapidez tras producirse a fractura. Poden causar molestias respiratorias ou mesmo a morte.



- Coladas de lava: a súa perigosidade esta en función da súa viscosidade. Lavas ácidas (zonas de subducción): moi viscosas, alto contido en sílice, por o que se desprazan lentamente e percorren distancias curtas, pero conteñen moitos gases e se liberan con brusquidade orixinando violentas explosións, producíndose fragmentación da lava, piroclastos. As lavas básicas (dorsais e puntos quentes): son moi fluídas desprazándose con rapidez e percorrendo grandes distancias, son pouco perigosas porque deixan escapar lentamente os gases e orixinan explosións pouco violentas. As lavas almofadadas ou pillow-lavas son as máis abundantes da Terra e orixínanse en erupcións submarinas, a súa fluidez é extrema, emerxen doadamente e perden todos os gases.



Os danos adoitan ser estragos de cultivos, incendios, cortes de vías de comunicación, arrasar pobos, taponar vales, (inundacións).





- Chuvia de piroclastos: polo seu diámetro, de máis pequeno a máis grande, diferéncianse en cinzas, lapilli, bombas. Os danos que poden provocar son estragos en cultivos, vivendas por sobrepeso, chuvia de barro, arrefriamento do clima (debido á súa permanencia na atmosfera, sobre se alcanza a estratosfera dificultando o paso da radiación solar, dano en motores de avións.

- Explosións: estas dependen da viscosidade das lavas e de presenza ou non de auga subterránea ou mariña que pode entrar en contacto coa cámara magmática que se converte inmediatamente en vapor aumentando a presión no interior e orixina unha erupción freato-magmática. Os danos causados polas fortes explosións orixinan enormes cantidades de piroclastos ou desprendementos das abas do volcán orixinando inundacións, danos en construcións humanas, formación de nubes ardentes ou caldeiras volcánicas.



- Nubes ardentes:

manifestación máis perigosa, fórmase cando a columna eruptiva cae bruscamente e en segundos cae vertixinosamente pola aba (200 /h) do volcán formada por gases e fragmentos incandescentes, que se depositan nos lugares por onde pasa, pode chegar a 100 km de distancia. Os danos son por combustión, gravísimas queimaduras, asfixia destrución total dos bens materiais.



- Domo volcánico: en lavas moi viscosas que non se poden desprazar e acaban formando un tapón sobre o cráter. Los danos débense á brusca explosión do domo que orixina unha nube ardente.

- Caldeira:

se a cámara magmática queda moi baleira tras unha grande explosión pódese derrubar e o cráter transfórmase nunha caldeira, que pode transformarse nun lago ou é invadida polo mar. Os danos son derrubamento do edificio volcánico, terremotos, tsunamis.



#### 4.2.3. Predición e prevención dos riscos volcánicos.

A información histórica combínase cun estudio topográfico da rexión que informa das posibles canles para lavas e lahares, coñecer o estudio metereolóxico que nos informa da dirección dos ventos que pode afectar á dispersión das cinzas: MAPA DE PERIGOSIDADE, ademais hai que ter en conta a EXPOSICIÓN, é dicir, a cantidade de persoas e bens materiais que poden sufrir o fenómeno volcánico. Combinando o mapa de perigos co de exposición obtense o MAPA DE RISCOS, fundamental para a prevención.

##### Son precursores dunha erupción:

Tremores (detectados por sismógrafos), lixeiras deformacións do terreo, leves cambios de inclinación (detectados por sensores electrónicos e GPS), cambios nos campos eléctricos e magnéticos, cambios na composición química das fumarolas, cambios na temperatura e composición química da auga subterránea.

##### Medidas preventivas:

Ordenación de territorio, sistemas de vixilancia, medidas de protección civil (sistemas de alarma e evacuación require unha boa coordinación entre científicos, políticos e medios de comunicación, reducir o nivel dos encoros, desviar as correntes de lava, seguimento das nubes de cinza que poidan afectar ao tráfico aéreo.

#### Métodos de predición:

- Primeiro debemos coñecer a historia do volcán, tempo de retorno e a intensidade das súas erupcións.
- Segundo instálanse observatorios para analizar os gases emitidos, sismógrafos para detectar os precursores volcánicos, como son pequenos tremores e ruídos tamén cambios producidos na topografía ou forma do volcán, variacións do potencial eléctrico das rochas (perden as súas características magnéticas por enriba de 600° C, anomalías na gravidade, GPS, radar, imaxes por satélite. Con estes datos elabóranse os mapas de perigosidade ou risco.

#### As medidas preventivas están en función do tipo de erupción:

- **Hawaiana:** perigosidade escasa ou nula debido a que as súas lavas son moi fluídas formando extensas coadas, cono en forma de escudo invertido, constituído por cinzas, de pendente suave e cume plano, non explosivo ou explosións suaves, frecuencia diaria, columna eruptiva duns 100m. radio de acción menor de 100 m. (Timanfaya).
- **Estromboliana:** explosións lixeiras, cono pequeno, simétrico de forte pendente, constituído por piroclastos, erupcións constantes con explosións constantes que fragmentan a lava, non emite coadas, a columna eruptiva alcanza grande altura, mais de 1Km. Radio de acción de 0,1 a 5Km. (Estromboli, algunha erupción de Teide).
- **Vulcaniana:** explosividade media, prodúcese ao derrubarse a cheminea volcánica, emisión abundante de piroclastos, coadas de lava de carácter intermedio, columna eruptiva de 1 a 20 Km. de altura, radio de acción de 5 a 1000 Km., pequena posibilidade de formación dunha nube ardente, erupcións freato-magmáticas frecuentes (Nevado do Ruiz, Colombia).
- **Pliniana:** explosividade elevada, lavas moi viscosas, explosións violentas, todo cinzas e pedra pómez, a columna eruptiva pode alcanzar a estratosfera, radio de acción mais de 1000Km., erupcións freato-magmáticas moi frecuentes, adoitan aparecer domos volcánicos, caldeiras e nubes ardentes, formación de lahares, explosións laterais e lahares (Vesubio).

#### As medidas máis utilizadas na prevención son:

- Desviar as correntes de lava a lugares deshabitados.
- Realizar túneles de descarga da auga dos lagos situados no cráter.
- Redución do nivel de encoros próximos.
- Instalar sistemas de alarma, planificar lugares e normas a seguir para unha evacuación de emerxencia.
- Prohibir ou restrinxir as construcións de alto risco.
- Restricións temporais de uso do territorio.
- Construír as vivendas semiesféricas, tellados moi inclinados para evitar caídas.
- Construír refuxios incombustibles.



### 4.3. Riscos sísmicos.

Un terremoto é a vibración da Terra producida pola liberación brusca (ou paroxísmica) da enerxía elástica almacenada nas rochas cando se produce a súa ruptura tras estar sometida a grandes esforzos. Unha parte desta enerxía é liberada en forma de onda sísmica e outra transfórmase en calor debido á fricción no plano de falla.

En canto á súa distribución e causas atópanse ligados a:

- Os límites de placas, é a causa máis común dos terremotos, a dinámica das placas xeran forzas distensivas ou compresivas que causan tensións nas rochas, sobre todo nas zonas dos bordos ou zonas de contacto de placas:
  - Zonas de subducción (terremotos profundos).
  - Números (terremotos de hipocentros máis superficiais).

As mesmas forzas son capaces de transmitir esas tensións ás zonas de intraplaca producindo tensións que xeran fallas que producen terremotos nestas zonas de falla, orixinados por tres tipos de esforzos: compresivos (fallas inversas), distensivos (fallas directas) e de cisalla (fallas de esgace ou deslizamento lonxitudinal).

- Erupcións volcánicas, as masas de magma que ascenden a través da litosfera nunha zona volcánica poden empurrar ás rochas que hai sobre elas e inducir fortes tensións que acaban fracturándoas.
- Deslizamentos e desprendementos violentos de grandes masas de rocha.
- Cambios de fases mineralóxicas, as masas de rochas sometidas a altas presións e temperaturas no interior da litosfera poden sufrir cambios mineralóxicos que xeran forzas internas na rocha e, polo tanto, tensións e fracturas súbitas.
- Afundimentos de cavidades en no subsolo, no interior da litosfera poden formarse grandes cavidades (procesos kársticos, baleirado cámaras magmáticas).
- Impactos de meteoritos.
- Explosións nucleares.
- Asentamento de grandes encoros.

A enerxía liberada nun terremoto esténdese dende o foco ou hipocentro, lugar de orixe, como un tren de ondas, a zona da superficie situada na mesma vertical que o foco onde a magnitude é máxima se chama epicentro. As ondas son captadas por sismógrafos e os seus gráficos chámanse sismogramas, que permiten localizar o epicentro, magnitude e profundidade do foco.

O terremoto principal chámase paroxísmico, pero adoitan estar acompañados doutros máis débiles que os preceden chamados precursoros e outros posteriores chamados réplicas. Uns 30.000 terremotos prodúcense ao ano, solo 75 son percibidos pola poboación e deles solo 1 ou 2 son catastróficos.

Recordemos que as ondas sísmicas son:

Profundas:

- Ondas primarias P, son as máis rápidas e as primeiras en detectarse, móvense no sentido da propagación.
- Ondas secundarias S, máis lentas, móvense en sentido perpendicular e só propáganse en medios sólidos.

Superficiais, son as que causan a maior parte dos estragos

- Ondas L, Love; movemento horizontal, perpendicular ao movemento da propagación.
- Ondas R, Reyleigh: son máis lentas o seu movemento é o que perciben as persoas.

Os parámetros de medida son a:

- Magnitude é a enerxía liberada e indícanos en grao de movemento utilízase a escala de Richter van de 1 a 10 grao, é unha escala logarítmica e ten o problema que non reflicte o tempo de duración, o normal é que un terremoto dure segundos.
- Intensidade é a capacidade de destrución, emprégase a escala de Mercalli, valorada en graos representados por número romanos (I-XII).

#### 4.3.1. Danos sísmicos.

Dependen da magnitude, distancia do epicentro, profundidade do seu foco, a natureza do substrato, densidade de poboación, tipo de construcións e a aparición da serie de risco derivado.

Os máis importantes son:

- Danos aos edificios (Agretamento, caída).
- Danos nas vías de comunicación pontes, estradas).
- Rotura de presas.
- Inestabilidade de abas.
- Licuefacción (sedimentos soltos que ha consecuencia das vibracións convértanse en fluídos).
- Tsunamis.
- Desviación de canles de ríos e desaparición de acuíferos.
- Seiches, ondas inducidas en auga continentais.



### **4.3.2. Predición e prevención dos riscos sísmicos.**

#### **Predición dos riscos sísmicos:**

É imposible anunciar a curto prazo un sismo, pero é importante ter en conta que non se producen ao chou, nin o espazo nin ao longo do tempo, xa que están asociados ao límite de placas como os volcáns pero as predicións a longo prazo son mais fiables, xa que existe unha periodicidade.

Debemos ter en conta os precursores sísmicos como son:

- Cambios no comportamento de certos animais.
- Diminución da velocidade das ondas P.
- Elevación de chan diminución da resistividade das rochas.
- Aumento da emisión de radon.
- Redución do número de sismos precursores.

Temos que ter presente os mapas de perigosidade ou risco, elaborados a partir de datos obtidos para cada zona sobre as características tectónicas e a súa evolución, sobre as características xeotécnicas das rochas (deformacións, tipos de fractura, comportamento ante as ondas sísmicas, etc.), sobre a historia sísmica da zona (obtidos a partir do rexistro histórico da magnitude e a intensidade dos seismos). Mediante estes datos, os mapas de risco sísmico establecen en cada rexión as áreas con maior probabilidade de seismos e tomar medidas de prevención.

Co fin de realizar unha predición correcta débese ter en conta a localización de fallas activas a partir de imaxes de satélite, por outro lado os radares achégannos datos sobre o estado da falla xa que o 95% de sismos se orixina en zona de falla.

#### **Prevención dos riscos sísmicos:**

A única medida eficaz de prevención é determinar as zonas de maior risco e ter preparadas as medidas e equipos de axuda para actuar tras o terremoto.

No futuro sería recomendable:

- Establecer zonas de restrición para a construción preto de fallas.
- Evitar materiais non consolidados.
- Elaborar normas de construción.
- Reforzar estruturas existentes.
- Fomentar a contratación de seguros.
- Educar a poboación.

En España as medidas de prevención baséanse na seguridade nas edificacións e infraestruturas en zonas con perigosidade sísmica, rexida pola norma Básica de edificación NBA-AE 88, norma de construción sismorresistente NCSE-94 e a norma tecnolóxica de edificación NTE-EC; xa que a caída dos edificios é a causa que provoca un maior número de mortos. Están especialmente afectados por esta normativa os hospitais, centros de comunicación, edificios de protección civil, centros de axuda (exercito, bomberos....), instalacións básicas como centrais eléctricas, depósitos de auga, vías de comunicación.

En España dispónse dunha rede de vixilancia sísmica e elabóranse mapas de risco, a zona de máis risco son o sur e sueste da península os Pireneos, a Cadea Costeiro- Catalá e o Sistema Ibérico. En Canarias estes riscos están relacionados co vulcanismo. En Galicia o risco está relacionado coa actividade da falla de Triacastela.

Para que a prevención sísmica sexa eficaz debe facerse nun prazo de tempo o suficientemente longo como para permitir tomar medidas eficaces, as medidas preventivas se poden clasificar en estruturais (baseadas nos criterios de edificación) e non estruturais.

#### Medidas estruturais:

- Construír sen modificar demasiado a topografía.
- Evitar afinamento deixando espazo entre eles para evitar mortes por caída ou caída de estruturas ademais debe evitarse zonas próximas a noiros.
- Edificar sobre substratos rochosos coherentes, edificios deben ser o mais simétricos posibles, han de ser flexible o cal se logra coa instalación de alicerces illantes para que absorban as vibracións do chan e permite a oscilación do edificio cunha distancia de separación que impiden o choque na vibración. Non pode existir cornixas nin balcóns e contar cunha marquesiña para recoller os cristais.
- En chans brandos do deben construírse edificios baixos e de pouco extensión, menos susceptibles a afundimentos por licuefacción.
- Instalación de conducións de gas e auga flexibles e que se pechen automaticamente.

#### Medidas non estruturais:

- Ordenación do territorio.
- Protección civil sistema vixilancia, control, emerxía, alerta e plans de evacuación.
- Educación para o risco.
- Establecemento de seguros.
- Control de sismo, redución de tensións provocando pequenos sismos evitando os paroxísmicos, inxección de fluídos en fallas activas para inmovilizadas.