TEMA 7.2: RIESGOS GEOLÓGICOS NATURALES.
Volcánicos y sísmicos

1. RIESGOS VOLCÁNICOS

1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS VOLCANES

La distribución geográfica de los volcanes no es aleatoria, sino que se circunscribe a los límites de placas, sobre todo a las zonas de subducción que constituyen el "Cinturón de Fuego del Pacífico" rodeando todas sus costas.

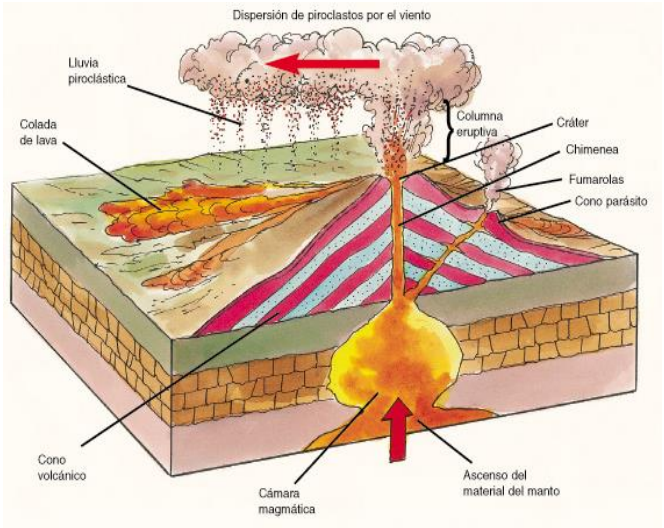
También podemos encontrar volcanes en el interior de las placas o intraplaca.

Dichos fenómenos se pueden explicar por dos motivos:

- Presencia de un punto caliente: Los puntos calientes son zonas de la litosfera situadas inmediatamente encima de una pluma térmica, la cual permanece fija sobre el manto. Al desplazarse la placa sobre dicha pluma, la litosfera se abomba y, si es estrecha o delgaza, como en el caso de la litosfera oceánica, el abordamiento adopta una forma que puede elevarse por encima del nivel del mar, originando una isla volcánica
- Presencia de fracturas o puntos débiles en la litosfera: Aunque al principio se pensó que las Islas Canarias se podrían haber originado debido a la presencia de un punto caliente, esta teoría ha sido descartada. Hoy son muchos los científicos que explican que este archipiélago pudo surgir como fruto de la acumulación de materiales volcánicos emergidos a través de fracturas existentes en la placa Africana, que podrían ser resultado de las tensiones derivadas de la apertura del océano Atlántico.

1.2. PARTES DE UN VOLCÁN

Partes de un volcán:



- Columna eruptiva: Altura alcanzada por los materiales emitidos al aire durante la erupción.
- Cráter: Orificio por el que sale la lava al exterior. Si tiene más de 1 km de diámetro, se denomina caldera.
- Chimenea: Conducto por el que sale la lava desde la cámara magmática hasta el cráter.
- Fumarolas: pequeñas fracturas por las que emanan gases.
- Cono parásito: Cono secundario del volcán que suele emitir gases (fumarolas)
- Cámara magmática: Lugar del interior terrestre en el que se almacena el magma antes de salir al exterior.
- Cono volcánico: Montículo formado por la acumulación de los materiales emitidos por el volcán.
- Colada de lava: Ríos de lava procedentes del desbordamiento de la acumulada en el cráter.

1.3. FACTORES DE RIESGO VOLCÁNICO

Vamos a analizar cada uno de los factores de riesgo volcánico.

- Exposición: Las áreas volcánicas suelen estar superpobladas debido a que los volcanes proporcionan tierras fértiles, recursos minerales y energía geotérmica; por ello, en muchas ocasiones, la aglomeración de la población es la causa principal de que el desastre sea mayor de lo esperado.
- Vulnerabilidad: Recordemos que se trata de la medida con la que se valora la susceptibilidad ante los daños, que depende de la disponibilidad de los medios más adecuados para poder afrontarlos. La riqueza, la tecnología, la educación y la información disminuyen la vulnerabilidad, por lo que los países pobres son mucho más vulnerables que los ricos frente a las catástrofes naturales.
- Peligrosidad: Es un factor de riesgo que depende de la magnitud del propio evento, por lo que, en el caso de los volcanes, su peligrosidad estará en función del tipo de erupción, de su distribución geográfica, del área total afectada y de su tiempo de retorno.

En el transcurso de una erupción pueden ocurrir peligros indirectos que resultarán tanto o más peligrosos que la propia erupción.

- Los gases: Los gases que contienen el magma constituyen el motor de las erupciones, porque se expanden y salen al exterior con rapidez tras producirse la fractura; esto posibilita el ascenso de los otros materiales. Son mayoritariamente: vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno y nitrógeno; y en menor proporción, cloro e hidrógeno. Pueden causar molestias respiratorias o incluso la muerte por asfixia de personas o animales.
- Las coladas de lava: La peligrosidad de las lavas está en función de su viscosidad. Las **lavas ácidas** proceden de magmas con un elevado contenido en SiO_2 y son muy viscosas, por lo que se desplazan muy lentamente, recorriendo distancias muy cortas. Sin embargo, son las más peligrosas, porque contienen muchos gases, que, a consecuencia de la elevada viscosidad de la lava, se liberan con brusquedad, originando violentas explosiones en las que se produce la fragmentación de la lava en trozos que son lanzados al aire y que caen en forma de piroclastos. Estos poseen más orificios cuanta mayor cantidad de gases contuviera el magma originario, como el caso de la piedra pómez. Las **lavas básicas** son muy fluidas por lo que se desplazan con mucha rapidez y recorren largas distancias. Su peligrosidad es escasa, porque dejan escapar los gases lentamente, por lo cual suelen originar erupciones poco violentas. Las **lavas almohadilladas o pillows- lava** son las más abundantes en la Tierra y se originan en las erupciones submarinas. Su fluidez es extrema, por lo que emergen sin dificultad y los gases son expulsados fácilmente. En general, los volcanes asociados a dorsales, a puntos calientes y a fracturas en el fondo oceánico suelen emitir lavas básicas; mientras que, en los bordes destructivos, suelen ser más ácidas. Las coladas de lava pueden originar destrozos en los cultivos, incendios, cortes en las vías de comunicación, arrasar pueblos y taponar los valles, produciendo inundaciones.
- Lluvias de piroclastos: Los piroclastos son fragmentos lanzados al aire a consecuencia de la pulverización de la lava durante las explosiones volcánicas; al caer al suelo, originan las lluvias de piroclastos. Se diferencian por su tamaño en: **cenizas, lapilli y bombas**. Puede provocar destrozos en los cultivos, el hundimiento de las viviendas por sobrepeso, lluvias de barro y enfriamiento del clima debido a que pueden permanecer en suspensión en la atmósfera durante meses o años, sobre todo si alcanzan la estratosfera, y dificultar el paso de radiación solar. Además, la nube de polvo originada puede dañar los motores de los aviones.
- Las explosiones: Las explosiones volcánicas dependen de la viscosidad de las lavas. En general, las lavas viscosas son más explosivas y peligrosas que las fluidas. Respecto a este

punto de vista, se clasifican los volcanes en dos tipos: efusivo y explosivo, en función de su índice de peligrosidad.

Si entra agua subterránea o marina en la cámara magmática, al transformarse de inmediato en vapor, aumenta bruscamente la presión interior y se produce una fuerte explosión, lo que se denomina erupción freato- magmática. Las fuertes explosiones provocan emisión a la atmósfera de enormes cantidades de piroclastos o el desprendimiento de las laderas del volcán, lo que puede dar lugar a inundaciones por taponamiento de valles o daños a las construcciones humanas, y a la formación de nubes ardientes o calderas volcánicas.

- La formación de una nube ardiente es la manifestación volcánica de mayor gravedad. Se origina cuando una columna eruptiva, en vez de ascender en el seno del aire, cae bruscamente y en segundos desciende vertiginosamente (200 km/h) por la ladera del volcán como una nube de fuego rodante constituida por gases y por fragmentos incandescentes de piedras pómez y cenizas, que deposita en los lugares donde pasa, llegando a 100 km de distancia. Cuando los fragmentos incandescentes se detienen, se solidifican fusionándose, llamándose colada piroclástica o flujo piroclástico. Produce daños por combustión, gravísimas quemaduras, muerte por asfixia, debido a la inhalación de polvo al rojo vivo, y destrucción total de todos los bienes materiales.
- Formación de un domo volcánico. Tiene lugar cuando la viscosidad de la lava es extrema, por lo que, en lugar de deslizarse formando coladas, se depositan en el cráter y forman una especie de masa bulbosa que hace de tapón, obstruyendo la salida de la lava. La brusca explosión del domo puede provocar el agrandamiento del cráter y agravar la erupción, originando una nube ardiente.
- Formación de una caldera: Puede ocurrir que, tras una gran explosión en la que se expulsan enormes cantidades de piroclastos, la cámara se quede muy vacía e inestable, por lo que su techo se desplome y el cráter se agrande, dando una caldera. Si esta se llena de agua de lluvia o deshielo, se forma un lago de cráter. También puede ser invadida por el mar. Produce desplome del edificio volcánico, terremotos, tsunamis.

1.3.1. PELIGROS INDIRECTOS

Destacamos los siguientes:

- Lahares: ríos de barro producidos por la fusión de hielos o de las nieves de las cumbres de los volcanes más elevados. Los daños son los arrasamientos de poblaciones y cultivos bajo una espesa capa de lodo que endurece al secarse.
- Tsunamis: olas gigantescas producidas por un terremoto submarino, que puede ser originado por el hundimiento de un edificio volcánico o por el deslizamiento lateral de una gran cantidad de materiales del cono volcánico. Los daños son estas olas son devastadoras cuando llegan a la costa, como el Katrina en 2006.
- Movimientos de laderas: desprendimientos o deslizamientos, que pueden afectar a pueblos y cultivos. Provocan inundaciones por taponamiento de valles o causar la destrucción de los bienes materiales.

1.4. TIPOS DE ERUPCIONES

Dependen de la viscosidad de la lava, son: Hawaiano, estromboliano, vulcaniano y pliniano (peleano)

1. Hawaiano: Presenta nula o escasa peligrosidad, la lava es muy fluida y las coladas extensas. Forma un cono volcánico aplanado con una columna eruptiva de 100m.
2. Estromboliano: Explosiones frecuentes y poco peligrosas. Da lugar a conos pequeños de piroclastos, no presenta coladas de lava. La columna eruptiva es menor de 1km.
3. Vulcaniano: Explosividad media. Lava intermedia que puede llegar a taponar la chimenea. Abundantes piroclastos. Posible nube ardiente y erupción freato-magmática. Columna eruptiva entre 1 y 20km.
4. Pliniano (peleano): Explosiones violentas de piroclastos, cenizas y piedras pómez. Lavas muy viscosas. Frecuentes calderas, nubes ardientes, lahares, explosiones freato-magmáticas, avalanchas. Columna eruptiva de más de 20 km.

1.5. PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS VOLCÁNICOS

Medidas:

- Métodos de prevención: Debe conocerse a fondo la historia de cada volcán, tanto la frecuencia de sus erupciones como la intensidad de las mismas. Se suelen instalar

observatorios en los volcanes en los que se analizan los gases emitidos y una serie de síntomas indicativos del comienzo de una erupción: pequeños temblores registrados en sismógrafos, cambios en la topografía, variaciones del potencial eléctrico de las rocas, anomalías en la gravedad. Con todo esto, se construyen mapas de peligrosidad. La fiabilidad es relativa, ya que el vulcanismo de tipo explosivo es el de mayor peligrosidad y el más difícil de pronosticar.

- Métodos de prevención y corrección:
    - Desviar las corrientes de lava a lugares deshabitados.
    - Realizar túneles de descarga del agua de los lagos situados en el cráter, para evitar la formación de lahares.
    - Reducción del nivel de los embalses de las zonas próximas.
    - Instalar sistemas de alarma y planificar los lugares y las normas que hay que seguir cuando sea necesaria la evacuación en los casos de emergencia.
    - Prohibir o restringir las construcciones en lugares de alto riesgo, sobre todo, en los volcanes explosivos.
    - Restricciones temporales en el uso del territorio.
    - Construir viviendas especiales semiesféricas y con tejados muy inclinados, para evitar que se desplomen por el peso de las cenizas y de los piroclastos, también se edifican refugios incombustibles frente a nubes ardientes.

2. RIESGOS SÍSMICOS

2.1. CAUSAS

Según la teoría del rebote elástico, las rocas sometidas a esfuerzos pueden sufrir deformaciones elásticas y acumular durante años la energía elástica hasta un cierto límite, por encima de la cual se supera la resistencia del material. Entonces se fracturan, originando una falla, y a la vez, se libera en segundos la energía almacenada en ellas.

El terremoto es la vibración de la Tierra producida por la liberación brusca de la energía elástica almacenada en las rocas cuando se produce su ruptura tras haber estado sometidas a grandes esfuerzos.

Una parte de la energía es liberada en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de falla.

TEMA 7.2: RIESGOS GEOLÓGICOS NATURALES.
Volcánicos y sísmicos

Los terremotos se originan por tres tipos de esfuerzos: comprensivos (fallas inversas), distensivos (fallas normales) y de cizalla (fallas de desgarre).

La energía desprendida en un terremoto se extiende como un tren de ondas a partir del foco o hipocentro.

El epicentro es la zona superficial terrestre situada en la misma vertical que el hipocentro y, por tanto, es el lugar donde su magnitud es máxima. Durante la transmisión de ondas sísmicas se va produciendo comprensión en las rocas de igual sentido y distensión en las de sentido contrario. Estas deformaciones son captadas por sismógrafos y registrados en sismogramas.

Además del terremoto principal, en el sismógrafo se registran otros más débiles que suelen preceder unos días antes que tenga lugar el mismo. En los días posteriores, se producen una serie de terremotos que resultan de los ajustes en la superficie terrestre tras ser afectada por el principal.

Las ondas sísmicas son de dos tipos:

- Profundas: Se forman a partir del hipocentro y se propagan en forma esférica por el interior de la Tierra, por lo que resultan muy útiles para estudiar su estructura interna. Se dividen en:
    - Ondas primarias (P): Son las más rápidas en propagarse y por ello son las primeras en ser detectadas por los sismógrafos. Las partículas de la roca se comprimen y se dilatan vibrando adelante y atrás en el sentido de la propagación.
    - Ondas secundarias (S): Son más lentas y las partículas de la roca se mueven en forma de sacudida, perpendicularmente al sentido de desplazamiento del movimiento; solo se propagan en medios sólidos, por lo que no pueden atravesar el núcleo terrestre.
- Superficiales: Se forman como consecuencia de la interacción de las profundas con la superficie y se transmiten de forma circular a partir del epicentro. Son la que causa la mayoría de los destrozos de los seísmos y pueden ser:
    - Ondas de Love (L): Producen un movimiento horizontal, que es perpendicular a la dirección de propagación; las partículas de roca vibran en un solo plano, que es la superficie del terreno.
    - Ondas de Rayleigh (R): Son las más lentas; sin embargo, por el tipo de movimiento, son las más percibidas por las personas. Las partículas de las rocas describen un movimiento elíptico en el sentido de la propagación y en el plano vertical.

En función de la profundidad a la que se encuentra el foco, tres tipos de terremotos: superficiales (70 km); intermedios (70- 300 km) y profundos (más de 300 km).

2.2. PARÁMETROS DE MEDIDA

Dos parámetros:

- La magnitud de un seísmo es la energía liberada en él y nos indica el grado de movimiento que ha tenido lugar durante el mismo. Se mide utilizando la escala Richter, con la que se valora de 1 a 10 grados la energía elástica liberada en un terremoto.
- La intensidad de un seísmo: Es la capacidad de destrucción de un seísmo. Se utiliza para cuantificar la vulnerabilidad, es decir, los daños causados por el seísmo por medio de la escala de Mercalli, valorada en grados representados por números romanos (I- XII).

2.3. DAÑOS ORIGINADOS POR SEÍSMOS

Dependen de la magnitud de los terremotos, de la distancia al epicentro, de la profundidad de su foco, de la naturaleza del sustrato atravesado por las ondas sísmicas, de la densidad de población, del tipo de construcciones existentes en la zona y de la aparición de una serie de riesgos derivados. Los más importantes son:

- Daños en los edificios por agrietamiento o desplome de los mismos.
- Daños en las vías de comunicación, lo que dificulta las medidas de evacuación.
- Inestabilidad de las laderas
- Rotura de presas, provocando riesgos de inundaciones
- Rotura en la conducción de gas o agua, que puede originar incendios e inundaciones.
- Licuefacción: Efecto producido sobre los terrenos formados por sedimentos muy consolidados, como arenas y limos sueltos que se convierten en fluidos por la vibración del terreno, donde los bloques de edificios tienden a hundirse, mientras que las conducciones de agua y los depósitos subterráneos tienden a flotar.
- Tsunamis: Olas gigantescas producidas como consecuencia de un terremoto submarino.
- Seiches u olas inducidas en las aguas continentales que si son muy fuertes pueden provocar inundaciones.

- Desviación del cauce de los ríos y desaparición de acuíferos en el seno de las rocas que albergan.

2.4. MÉTODOS DE PREDICCIÓN Y DE PREVENCIÓN

2.4.1. PREDICCIÓN

A corto plazo no se pude predecir un terremoto.

Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que los terremotos no se producen al azar, ya que están asociados a los límites de placas.

Además, a partir de datos estadísticos, se ha podido comprobar que los terremotos ocurren con una periodicidad casi constante, por lo que las predicciones a largo plazo son más fiables que las a corto plazo.

También se suele recurrir a una serie de indicios previos a los terremotos como cambios en el comportamiento de ciertos animales, la disminución de la velocidad de la ondas P, elevación del suelo, disminución de la resistividad de las rocas, aumento de las emisiones de radón y reducción del número de seísmos precursores.

Es aconsejable la elaboración de mapas de peligrosidad, que se pueden hacer a partir de datos sobre la magnitud o intensidad de un seísmo. Son útiles los mapas de exposición, sobre los que se trazan isosistas concéntricas, en las que se registran las magnitudes de los seísmos acaecidos en el pasado.

La localización de fallas activas es muy útil y además son detectables por imágenes de satélite y por interferometría de radar, que nos permite ver la velocidad de desplazamiento de los labios de la falla, y además conocer el periodo de retorno.

2.4.2. PREVENCIÓN

Se deben seguir las siguientes normas:

- Medidas estructurales: Los materiales de construcción más resistentes son los de estructura de acero. Otro factor es la exposición, el hacinamiento provoca dificultades para tomar medidas de evacuación. Además, las medidas de construcción sismorresistentes:
    - Construir sin modificar la topografía local.
    - Evitar hacinamiento de edificios, dejando espacios amplios entre los mismos. Edificar en terreno plano.

  - Sobre sustratos rocosos, construir edificios lo más simétricos posible, equilibrados en cuanto a la masa, altos y rígidos. Han de ser flexibles, instalando cimientos aislantes, para absorber las vibraciones del suelo y permitan la oscilación del edificio. No tener cornisas o balcones y contar con una marquesina en la que se depositen los cristales caídos.
  - Sobre suelos blandos, edificios bajos y no muy extensos superficialmente.
  - Instalación de conducciones de gas y agua que sean flexibles o que se cierren automáticamente.
- Medidas no estructurales:
  - Ordenación del territorio
  - Protección civil
  - Educación para el riesgo
  - Establecimiento de seguros
  - Medidas de control de seísmos.