

1. Introducción.

Este proyecto, representa la finalización del el Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria Bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas en la especialidad de Biología y Geología.

Con este fin se pretende realizar un proyecto Fin de Máster que se ajuste a los objetivos del Máster, siendo este un trabajo de investigación y profundización en un área de las tratadas en la parte específica de la asignatura de Complemento de Geología, con su correspondiente aplicación práctica a través de la realización de una Unidad Didáctica.

2. Objetivos.

El Objetivo de este proyecto es elaborar un documento que refleje cuáles son los desastres naturales y sus efectos sobre los grupos humanos afectados, dentro de la comunidad autónoma de Castilla y León. Para ello se explicarán los conceptos básicos referidos a las Catástrofes Naturales y riesgos geológicos. La tipología de riesgos. Y se realizará una unidad didáctica de Riesgos Geológicos para el nivel educativo de 2º de Bachillerato.

Otro de los objetivos será realizar una aproximación para los alumnos de los acontecimientos catastróficos que suceden en nuestro planeta y nuestra comunidad autónoma, para que sean conscientes de la gran cantidad de pérdidas humanas y económicas que estos fenómenos producen cada año, estas pérdidas humanas y económicas están relacionadas intrínsecamente con el lugar donde se produzca el fenómeno natural catastrófico, siendo sus efectos más o menos dañinos dependiendo de diversos factores, como pueden ser la presencia de poblaciones humanas en el lugar de la catástrofe, el uso del suelo de la zona afectada, la presencia de grandes infraestructuras vías de comunicación terrestres o incluso el grado de desarrollo tecnológico que encontremos en la zona donde se produce el fenómeno catastrófico.

También sería de interesante que los alumnos tomaran consciencia de que en la mayor parte de los casos es el ser humano quien aumenta las posibilidades de sufrir un fenómeno catastrófico, ya que en la expansión por el planeta tierra no siempre se ha escogido lugares apropiados para realizar un asentamiento en condiciones seguras desde el punto de vista catastrófico. Por ejemplo, desde la antigüedad los seres humanos han escogido las vegas de los ríos para instalar ahí sus pueblos y ciudades, aumentando así el riesgo de sufrir inundaciones.

3. Base legal.

La base legal en la Comunidad Autónoma de Castilla y León para la Enseñanza secundaria Obligatoria y Bachillerato es la siguiente:

- Ley Orgánica 8 /1985 del Derecho a la Educación (LODE). BOE de 3 de Julio de 1985.
- Ley Orgánica 1/1990 de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE). BOE de 3 de octubre de 1990.
- Ley Orgánica de Educación 2/2006, (LOE). BOE de mayo de 2006.
- Real Decreto 1631/2006, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE de 5 de enero de 2007.
- Decreto 52/2007, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 23 de Mayo de 2007.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y que establece la estructura y las enseñanzas mínimas de Bachillerato como consecuencia de la implantación de la Ley Orgánica de Educación (LOE). BOE de 6 de noviembre de 2007.
- ORDEN ECI/2220/2007, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación secundaria obligatoria. BOE de 21 de julio de 2007.
- Decreto 42/2008, por el que se establece el currículo oficial de Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 11 de junio de 2008.
- Orden EDU/1046/2007, de 12 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en Castilla y León. BOCYL de 13 de Junio de 2007
 - Modificada por Orden EDU/605/2010. BOCYL. BOCYL 10 de mayo de 2010
- ORDEN EDU/1061/2008, por la que se regula la implantación y el desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL del 20 de Junio de 2008.
- Orden EDU/1952/2007, por la que se regula la evaluación en Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 7 de diciembre de 2007.

- ORDEN ESD/1729/2008, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato. BOE de 18 de junio de 2008.
- ORDEN EDU/2134/2008, por la que se regula la evaluación en bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 15 de diciembre de 2008.
- Real Decreto 83/1996, por el que se aprueba el reglamento orgánico de los Institutos de Educación Secundaria. BOE de 21 de febrero de 1996. Y Real Decreto 86/2002, de 4 de julio, por el que se aprueba el reglamento orgánico de los de los Centros de Educación Obligatoria en Castilla y León. BOCYL de 10 de julio de 2002
- Orden de 5 de septiembre de 2002, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se regula la organización y funcionamiento de los Centros de Educación Obligatoria dependientes de la comunidad de Castilla y León. BOCYL de 30 de septiembre de 2002
- Orden EDU/888/2009, de 20 de abril, por la que se regula el procedimiento para garantizar el derecho del alumnado que cursa enseñanzas de educación secundaria obligatoria y de bachillerato, en centros docentes de la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 27 de abril de 2009.
- Orden EDU/865/2009, de 16 de abril, por el que se regula la evaluación del alumnado con necesidades educativas especiales escolarizado en el segundo ciclo de educación infantil y en las etapas de educación primaria, educación secundaria obligatoria y bachillerato, en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL de 22 de Abril de 2009.

4. Los riesgos geológicos y el currículum oficial de enseñanza secundaria y bachillerato.

La enseñanza de Geología tiene un valor educativo de grandes dimensiones e importancia para que los alumnos entiendan cuales han sido los fenómenos que han afectado en el pasado, que afectan en el presente y que afectaran en el futuro a nuestro planeta. Ninguna otra de las ciencias experimentales consigue reunir en sí tal abanico de contenidos, integrando la Física, la Química y la Biología, y a la vez estimulando la reflexión sobre valores como lo hace una enseñanza de las Ciencias de la tierra y el medio ambiente correctamente enfocadas.

La geología es también un instrumento importante para inducir a las personas a tomar conciencia del medio y a desarrollar actitudes en función de tal conciencia.

La geología colabora al enriquecimiento cultural de la sociedad de todos los tiempos, aportando pruebas inestimables sobre el origen de la vida, la evolución de los organismos y del ser humano.

La geología nos ayuda a percatarnos de ciertos aspectos, relativos a los valores, la consciencia de los cuales deberíamos considerar imprescindible para nuestra educación ambiental. Se trata de los valores de responsabilidad en el uso de un planeta que no es sólo una herencia de nuestros antecesores sino un préstamo de nuestros descendientes, planeta-préstamo que debemos traspasar en condiciones saludables.

Nos ayuda a una educación por la solidaridad y la paz, dado que una comprensión de todo lo relativo a recursos, riesgos, energía, ciclo, tiempo sitúa a cada ciudadano en condiciones de entender la magnitud de los problemas que se dirimen y de relacionar los fenómenos naturales con los conflictos sociales y la confrontación entre pueblos

La formación geológica de los alumnos nos llevará en un futuro a tener una población con educación para la sostenibilidad.

El tema de la Geología vinculada a las catástrofes naturales: Riesgos Geológicos dentro del currículo oficial de ESO y Bachillerato se encuentra presente en ambas etapas educativas en las siguientes asignaturas:

- **Educación secundaria obligatoria:**

- 1º Curso. Ciencias de la Naturaleza: los contenidos no hacen referencia al tema de Riesgos
- 2º Curso. Ciencias de la Naturaleza. Los contenidos del Bloque 4 Bloque 4. Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra.
 - La energía interna del planeta.
 - Las manifestaciones de la energía interna de la Tierra: erupciones volcánicas y terremotos.
 - Interpretación del comportamiento de las ondas sísmicas y su contribución al conocimiento del interior de la Tierra.
 - Distribución de terremotos y volcanes y descubrimiento de las placas litosféricas.
 - Valoración de los riesgos volcánico y sísmico y de su predicción y prevención.

- 3º Curso. Ciencias de la Naturaleza. No se hace referencia al tema de Riesgos
- 4º Curso Biología- Geología: Hace referencia a La tectónica de placas y sus manifestaciones en relación a fenómenos geológicos asociados al movimiento de las placas: los terremotos. Y Vulcanismo.
- **Bachillerato:**
 - 1º Curso: **Ciencias para el mundo contemporáneo:** Bloque 4. Hacia una gestión sostenible del planeta: Los riesgos naturales. Las catástrofes más frecuentes.
 - 1º Curso: **Biología y Geología:** Bloque 3: Geodinámica externa e historia de la Tierra. Riesgos geológicos. Predicción y prevención
 - 2º Curso: **Ciencias de la Tierra y Medioambientales:**
 - Bloque 3. La geosfera:
 - Geosfera: estructura y composición. Balance energético de la Tierra.
 - Origen de la energía interna. Geodinámica interna. Riesgos volcánico y sísmico: predicción y prevención.
 - Geodinámica externa. Sistemas de ladera y sistemas fluviales.
 - Riesgos asociados: predicción y prevención. El relieve como resultado de la interacción entre la dinámica interna y la dinámica externa de la Tierra.
 - Recursos de la geosfera y sus reservas. Yacimientos minerales. Recursos energéticos. Combustibles fósiles. Energía nuclear. Impactos derivados de la explotación de los recursos. Recursos energéticos en Castilla y León.

Para ajustarnos al currículo oficial, se desarrollará la Unidad Didáctica de 2º de Bachillerato de la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medioambiente como segunda parte de este trabajo de fin de máster.

5. Teoría y definición de riesgo.

Las catástrofes naturales que ocurren en nuestro planeta están asociadas en algunos casos a procesos geológicos, el conocimiento de estos procesos geológicos en profundidad nos será de gran ayuda para prevenir, mitigar los daños causados por estos fenómenos, ya que resulta imposible frenar estos fenómenos para que no ocurran.

Nuestro planeta es un sistema dinámico en continuo cambio, durante estos cambios las condiciones de vida de las poblaciones de nuestro planeta se pueden ver seriamente afectadas con pérdidas humanas, materiales de grandes dimensiones. Entre estas catástrofes naturales encontramos terremotos, volcanes, tsunamis asociados a ellos, inundaciones, movimientos de ladera...

En algunos casos estos fenómenos responden a un comportamiento cíclico, es decir existe un tiempo de retorno del fenómeno más o menos determinado, lo que nos sirve para predecir no con mucha exactitud el próximo fenómeno catastrófico como en el caso de los terremotos, que suelen ser periodos de hasta cientos de años, por otro lado, en el caso de las inundaciones, estas suelen tener periodos de retorno anuales, estos datos junto con otros muchos pueden ayudarnos a calcular el riesgo.

Aunque para la definición de riesgo no existe unanimidad dentro de la comunidad científica, yo he escogido las siguientes:

Rowe (1977) según la cual el riesgo sería "el producto de la probabilidad de ocurrencia de un peligro por el valor del daño esperado" y el peligro vendría definido por "una condición, proceso o suceso potencial que supone una amenaza para la salud, seguridad y bienestar de un grupo de ciudadanos, o para las funciones o economía de una comunidad o para el medio ambiente" (USGS 1977).

(Ayala F.J.) definen la peligrosidad como "el conjunto de aspectos físicos que caracterizan un fenómeno potencialmente dañino, especialmente su tipología, probabilidad de ocurrencia, dimensión espacial, duración y características dinámicas que pueden definirse cualitativa o cuantitativamente". El mismo autor define el riesgo como "el daño potencial producible por un fenómeno potencialmente dañino que puede ser cuantificado en términos económicos o sociales o evaluado cualitativamente". Este mismo autor (Ayala F.J. 2002) ha evolucionado su concepto, en relación al planteamiento del análisis de riesgos naturales, desde una convicción ética, considerada por él como la única posible, y en la que importan más los fallecimientos que la cuantía económica.

Para abordar este tema atenderemos a la definición de "riesgo como la probabilidad de que se desencadene un determinado fenómeno o suceso que, como consecuencia

de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos puede producir efectos perjudiciales en las personas o pérdidas de bienes”.

También creo importante hacer una mención del concepto matemático de riesgo, matemáticamente un riesgo no es sino un producto, de una frecuencia que determina la probabilidad de ocurrencia, multiplicada por la gravedad del daño potencial.

Riesgo = Peligrosidad x Vulnerabilidad

$$R = P * V$$

Entendiendo por peligrosidad (**P**), La probabilidad de que se produzca, con consecuencias negativas, un determinado fenómeno natural de una cierta extensión, intensidad y duración.

La vulnerabilidad (**V**) se define como el potencial de una comunidad, territorio o bien para experimentar daños, y es función de la presencia en el entorno considerado (exposición) de actividades, elementos, usos y/o poblaciones sensibles susceptibles de ser dañadas en caso de accidente, evento o fenómeno peligroso (Hewitt 1997).

Es el impacto del fenómeno sobre la sociedad. Abarca desde el uso del territorio hasta la estructura de los edificios y construcciones, y depende estrechamente de la respuesta de la población frente al riesgo.

El riesgo se calcula teniendo en cuenta estos dos factores, pero a esa fórmula, le podemos añadir otro factor: la capacidad de respuesta de la población frente al riesgo. Cuanto mejor sea, menor será el riesgo, por lo tanto:

$$\text{Riesgo} = (\text{Peligrosidad} \times \text{vulnerabilidad}) - \text{Capacidad de respuesta}$$

La metodología para la valoración de estos dos multiplicandos de la expresión básica variará en función de las características específicas del fenómeno y se utilizarán básicamente dos métodos diferentes.

- Métodos Deterministas: Son métodos cualitativos en los que se aplican criterios empíricos basados en la experiencia (causa-efecto).
- Métodos Analíticos: Los métodos analíticos son aquellos en los que se diseña un modelo con las variables físicas del fenómeno, y la resistencia de los elementos expuestos, calculándose de esta manera los daños que podemos tener. Este método se vuelve más complejo en función del número de variables a tener en cuenta.

6. Evaluación, análisis y gestión del riesgo.

“Todos estamos expuestos a algún tipo de situación o fenómeno capaz de alterar considerablemente nuestro modo de vida”.

Derek V. Hacer decía que “La historia de la tierra como la vida de un soldado consiste en largos periodos de aburrimiento y breves periodos de terror” son estos breves periodos de terror, plasmados en forma de riesgo de ocurrencia de fenómenos capaces de desencadenar desastres, catástrofes o calamidades públicas.

En 1986 el sociólogo alemán Ulrich Beck introdujo con bastante éxito el término “sociedad del Riesgo” para explicar este incremento cualitativo y cuantitativo de nuestra exposición a fenómenos y situaciones, potencialmente catastróficas.

Hoy en día el fenómeno que se vive en prácticamente todo el mundo conocido como globalización nos acerca a todas y cada una de las catástrofes y desastres que tengan cobertura, siendo estos factores distorsionantes de la objetividad magnificando sus efectos. Es decir el hecho de que seamos capaces de visualizar y ser informados de una catástrofe que ha ocurrido en cualquier parte del mundo casi en el momento, nos pone mas en contacto con el fenómeno y en ocasiones puede que nos sintamos mas expuestos a este tipo de fenómenos.

Por otro lado debemos ser conscientes del hecho de que el ser humano en su proceso de expansión ha aumentado considerablemente su exposición a estos fenómenos, El ser humano a lo largo de su historia desde que dejó de ser cazador y recolector ha buscado lugares donde establecer sus poblaciones donde encontrara todo lo necesario para su desarrollo, sin tener en cuenta la exposición a sufrir una catástrofe natural en esa zona. Por ejemplo: Las faldas de los volcanes y las vegas de los ríos son lugares idóneos para desarrollar actividades agrícolas, ya que ambos sitios cuentan con tierras fértiles con gran cantidad de nutrientes para las plantas, a su vez estos lugares cuentan con un alto grado de sufrir un suceso catastrófico.

Por último nuestros umbrales de aceptación de daños se han reducido enormemente, y así exigimos una permanente optimización de las condiciones de seguridad, abandonando por completo las actitudes deterministas, por otro lado propias de sociedades menos desarrolladas y tradicionales.

- **Análisis del riesgo: Fases.**

Primera fase: se hace una identificación de los peligros que nos amenazan y se determinan los diferentes factores que influyen en el desencadenamiento de los fenómenos y en la exposición. De esta manera se hacen determinaciones empíricas (causa/efecto), fundamentándose para ello en análisis históricos, consultas bibliográficas y a las comunidades locales.

Segunda fase: en esta fase se realizarán estimaciones, se determina la incidencia (peso) de los factores de riesgo identificados, sobre el resultado final. La expresión matemática así obtenida permite hacer una estimación objetiva del riesgo. A partir de esta estimación objetiva se va a poder valorar en términos económicos, sociales y/o ambientales el rango de los daños de la activación del fenómeno determinado y para una escala de intensidad concreta. Es decir se va a estimar la severidad y la probabilidad

Los resultados así obtenidos de severidad y probabilidad, traducidos a términos comprensibles, son aportados como base objetiva de conocimiento del riesgo al poder ejecutivo para que este pueda adoptar las medidas estratégicas y tácticas de gestión que considere necesarias.

- **Esta política de toma de decisiones debe tener en cuenta:**

- Delimitación del umbral de riesgo aceptable por la sociedad
- La identificación y comunicación social de las zonas críticas
- El proyecto e implementación de medidas estructurales para la reducción de riesgos
- El desarrollo legislativo y provisión de fondos compensatorios de emergencia
- Planificación de las medidas de gestión de la situación de emergencia creada
- El diseño de un modelo de ordenación territorial que permita reducir en origen la exposición de los elementos ambientales más frágiles.

Estas medidas serían un marco común de actuación para todos los sucesos catastróficos y del que se debería hacer cargo las administraciones públicas de su cumplimiento.

Más adelante en este TFM se desarrollarán medidas concretas para cada uno de los sucesos catastróficos que se van a tratar.

7. Tipología de los riesgos ambientales.

Denominaría riesgo ambiental a todos los riesgos que estén relacionados o que puedan ocurrir dentro de nuestro medio, por lo tanto dentro de este término colocaría una sub-clasificación que acuñaría la siguiente tipología de riesgos representada en la siguiente tabla.

Riesgos Ambientales	Riesgos Biológicos	Según su procedencia se pueden clasificar en:	Microbios Bacterias Virus Plagas Enfermedades Residuos Biológicos
	Riesgos Climatológicos.	Según el tipo y la intensidad de las precipitaciones	Lluvias Nevadas Granizadas
		Relacionas con las temperaturas.	Temperaturas máximas y mínimas
		Vientos	>60km/h
	Riesgos cósmicos	Fenómenos procedentes del espacio exterior.	Rayos cósmicos Asteroides Cometas Meteoritos
	Riesgos geológicos	Geodinámica interna	Terremotos Volcanes Estructuras halocinéticas
		Geodinámica externa.	Inundaciones Movimientos de ladera Arcillas expansivas. Karst.

7.1. Riesgos biológicos:

Es aquel susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes biológicos. Entenderemos por agente biológico cualquier microorganismo ("microbio"), cultivo celular o endoparásito humano capaz de producir enfermedades, infecciones, alergias, o toxicidad. En el Estado español, se generó durante el año 1.997 una reglamentación en forma de Real Decreto (concretamente el R.D. 664/97) para la protección de las personas que trabajan con agentes biológicos o que pueden estar expuestos a los mismos. Las actividades de tipo agrícola, el trabajo con animales en granjas y establos, y tareas tildadas habitualmente de "sucias" (poceros, mataderos, encurtidos, similares) también conllevan riesgo de exposición a agentes biológicos: en este caso, se habla de *zoonosis*.

Las zoonosis, (enfermedades compartidas por los animales y el hombre) como uno de los factores de riesgo biológico están hoy en aumento por diferentes causas, relacionadas con el cambio climático y la gran movilidad del hombre, de los animales y de los productos de estos.

Las zoonosis no sólo son generadas por los animales productivos, sino también por las mascotas; razón por la cual muchos infectólogos veterinarios y de salud humana recomiendan vigilar a las mascotas domésticas.

Otro factor de riesgo biológico que afronta la Salud Pública es el de infestación de plagas como ratas, cucarachas, moscas, que viven próximas a los humanos y se han adaptado a las ciudades. Estas plagas sobreviven generalmente en los lugares donde hay suciedad, o en lugares donde la basura permanece por períodos considerables (un día o más) y pueden transmitir diversas enfermedades al hombre y a los animales. También es importante considerar en este grupo de riesgos biológicos los mosquitos (como el *Aedes aegypti*), transmisor del virus del Dengue, (no endémico en Manizales), pero por su interés en la Salud Pública, es motivo de vigilancia y control, debido no solamente a que los criaderos del vector se encuentran dentro o en los alrededores de las casas, sino también por su comportamiento ligado a los cambios climático.

Otro tipo de plagas que afectan directamente a ser humano son las plagas agrícolas, estas están producidas por factores diversos en su proliferación, los parámetros a tener en cuenta a la hora de valorar una plaga agrícola son básicamente los siguientes, el tipo de cultivo y cepa genética del mismo, plagas que han actuado en esa zona en el pasado y las condiciones climatológicas idóneas que puedan desencadenar una plaga determinada. Este tipo de fenómenos no causan enfermedades ni muertes provocadas por el tipo de organismo, si no por los efectos que este tiene en la economía y los productos agrícolas afectados, causando la pérdida completa de cosechas de un país o región causando un déficit alimentario que pueden llevar a la población a episodios de hambrunas y desnutrición.

7.2. Riesgos meteorológicos:

Los riesgos meteorológicos afectan a grandes áreas y provocan grandes pérdidas económicas fundamentalmente en el sector agrario, aunque no hay que olvidar que por ejemplo el Huracán Hortensia que afectó al norte y noroeste Español en 1985 ocasionó daños en muchos sectores económicos así como varias pérdidas humanas.

La lucha contra estos riesgos se inicia en los centros meteorológicos que son los que localizan y avisan de situaciones de riesgo meteorológico a los organismos competentes como Protección civil y Cruz roja.

Los riesgos meteorológicos se clasifican en tres grupos:

- Riesgos por precipitaciones. (Precipitaciones máximas en 24 h, tormentas y granizo)
- Riesgos por temperaturas. (Máximas y mínimas)
- Peligrosidad por vientos. ($> 60\text{km/h}$)

7.2.1. Riesgos meteorológicos ligados a precipitaciones.

En relación con los riesgos por precipitaciones se consideran catastróficos aquellas precipitaciones ya sean en forma de lluvia, nieve o granizo que sean muy abundantes en un periodo de 24 horas que son los que pueden provocar sucesos repentinos y catastróficos, dejando a un lado aquellas precipitaciones anuales en exceso que al no desarrollarse de forma brusca no llegan a denominarse como catastróficas, aunque puedan llegar a producir daños en infraestructuras y sobre todo en agricultura.

Los parámetros utilizados para los fenómenos catastróficos relacionados con las precipitaciones son tres.

- **Precipitaciones máximas en 24 horas:** son las más peligrosas debido a su intensidad y las responsables de la mayoría de las inundaciones, pérdida de suelos y erosión, además dentro de estas precipitaciones máximas en 24 horas debemos tener en cuenta las precipitaciones máximas instantáneas, que se podrían definir como los momentos de máxima intensidad dentro de esas 24 horas, aunque existen pocas estaciones meteorológicas que dispongan de instrumentos de medida para obtener estos datos.
- **Días de granizo anuales:** este tipo de precipitación en forma de esferas de diferente grosor congeladas provoca pérdidas económicas y daños en bienes materiales, pero donde más daños causa es en cosechas a punto de ser recolectadas. El granizo debe alcanzar grandes tamaños para que pueda provocar daños graves a una persona.

- **Días de tormentas anuales:** son manifestaciones meteorológicas locales acompañadas de perturbaciones eléctricas que suelen llevar fenómenos muy intensos, como fuertes vientos, lluvias torrenciales pudiendo ocasionar grandes daños en áreas locales.

7.2.2. Riesgos meteorológicos ligados a la temperatura.

Aunque los fenómenos meteorológicos relacionados con la temperatura no se manifiestan de forma drástica, pueden ocasionar grandes pérdidas ya que tienen gran influencia tanto en la agricultura como en proyectos de construcción y eléctricos.

Dentro de estos riesgos y sin ser considerados catástrofes se encuentran las heladas, provocando más o menos daños dependiendo de lo tardías o lo tempranas que sean estas heladas.

7.2.3. Riesgos meteorológicos ligados vientos.

El viento es el movimiento de aire con relación a la superficie terrestre. En las inmediaciones del suelo, aunque existen corrientes ascendentes y descendentes, predominan los desplazamientos del aire horizontales, por lo que se considera solamente la componente horizontal del vector velocidad. Al ser una magnitud vectorial habrá que considerar su dirección y velocidad.

La dirección del viento no es nunca fija, sino que oscila alrededor de una dirección media que es la que se toma como referencia. Se considerará la rosa de vientos de ocho direcciones para definirlo.

En cuanto a la velocidad, al ser aire en movimiento, hay que entender que cada partícula tiene una velocidad distinta, por lo que la predicción se referirá a valores medios, entendiendo como tales como media en diez minutos. Otro aspecto son los valores máximos instantáneos, denominados rachas y que suponen una desviación transitoria de la velocidad del viento respecto a su valor medio. Se clasifican en moderados (velocidad media entre 21 y 40 k m/h), fuertes (velocidad media entre 41 y 70 K m/h), muy fuertes (velocidad media entre 71 y 120 k m/h) y 70 huracanados (velocidad media mayor de 120 k m/h).

El origen del viento está en la diferencia de presión entre dos puntos de la superficie terrestre lo que ocasiona que exista una tendencia al equilibrio desplazando las masas de aire para rellenar las zonas de más baja presión. Cuanto mayor sea la diferencia de presión mayor será la fuerza del viento.

Su peligrosidad y la posibilidad de que cause daños dependen fundamentalmente de su velocidad.

A continuación tiene un listado en forma de tabla con las velocidades del viento así como su clasificación.

Velocidad del viento (Km/h)	Indicación	Concepto/valoración
0 - 2	El humo asciende verticalmente	tranquilo
2 - 5	El humo se desvía suavemente hacia un lado	suave
6 - 12	El viento se percibe en la piel	suave
13 - 20	Se mueven banderas ligeras	moderado
21 - 29	Se mueve polvo y papeles	moderado
30 - 39	Pequeños árboles empiezan a mecerse al viento	vivo
40 - 50	Los paraguas ya no se pueden utilizar	fuerte
51 - 61	Todos los árboles se mueven fuertemente / ya cuesta trabajo moverse contra la dirección del viento	fuerte
62 - 74	Las astas de los árboles se quiebran	muy fuerte
75 - 87	Pueden presentarse daños importantes en edificios	muy fuerte
88 - 101	Pueden presentarse los peores daños en edificios	masivo
102 - 116	Pueden presentarse los peores daños en edificios	masivo
117 >	Aniquilamiento de las construcciones más fuertes / se buscan refugios inmediatamente	huracanes

7.2.4. Prevención ante fenómenos meteorológicos adversos.

Los diversos fenómenos meteorológicos que pueden dar lugar a una situación de riesgo por si mismos o bien porque desencadenen otras situaciones externas al fenómeno en sí, son: Lluvias intensas, altas temperaturas, fenómenos costeros, frío intenso, nevadas, tormentas y vientos.

Cuando las variables meteorológicas alcanzan determinados valores que se puedan calificar de extremos, la población, los bienes y las infraestructuras se encuentran expuestos a un posible peligro que se conoce como riesgo meteorológico. Para evaluar las situaciones potencialmente peligrosas, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) dispone de sistemas de observación, predicción y vigilancia de la atmósfera, así como de procedimientos para informar a la sociedad y a las autoridades que así lo requieran.

La Agencia Estatal de Meteorología en colaboración con la Dirección General de Protección Civil y Emergencias definen en el *Plan Nacional de predicción y vigilancia de fenómenos*

7.3. Riesgos cósmicos:

Los riesgos cósmicos los podemos definir como todos aquellos riesgos naturales que proceden del exterior terrestre y son derivados de la dinámica del espacio exterior. Entre ellos encontramos:

7.3.1. Rayos cósmicos.

Los rayos cósmicos son partículas subatómicas que proceden del espacio exterior y que tienen una energía elevada debido a su gran velocidad, cercana a la velocidad de la luz. Se descubrieron cuando pudo comprobarse que la conductividad eléctrica de la atmósfera terrestre se debía a la ionización causada por radiaciones de alta energía.

El origen de los rayos cósmicos aún no está claro. Se sabe que el Sol emite rayos cósmicos de baja energía en los periodos en que se producen grandes erupciones solares, pero estos fenómenos estelares no son frecuentes; por lo tanto, no explican el origen de los rayos cósmicos, como tampoco lo explican las erupciones de otras estrellas semejantes al Sol. Las grandes explosiones de supernovas son, al menos, responsables de la aceleración inicial de gran parte de los rayos cósmicos, ya que los restos de dichas explosiones son potentes fuentes de radio, que implican la presencia de electrones de alta energía.



Ilustración 1. Rayo cósmico.

7.3.2. Asteroides.

Un asteroide es un cuerpo rocoso, carbonáceo o metálico más pequeño que un planeta y mayor que un meteoroides, que orbita alrededor del Sol en una órbita interior a la de Neptuno. Vistos desde la Tierra, los asteroides tienen aspecto de estrellas. Los asteroides también se llaman planetoides o planetas menores, denominaciones que se ajustan más a lo que en realidad son, y los engloba en una misma categoría con los cometas y con aquellos cuerpos con órbitas mayores que la de Neptuno.

La mayoría de los asteroides de nuestro Sistema Solar se encuentran entre Marte y Júpiter, conformando el llamado cinturón de asteroides, pero algunos son desviados a órbitas que cruzan las de los planetas mayores.

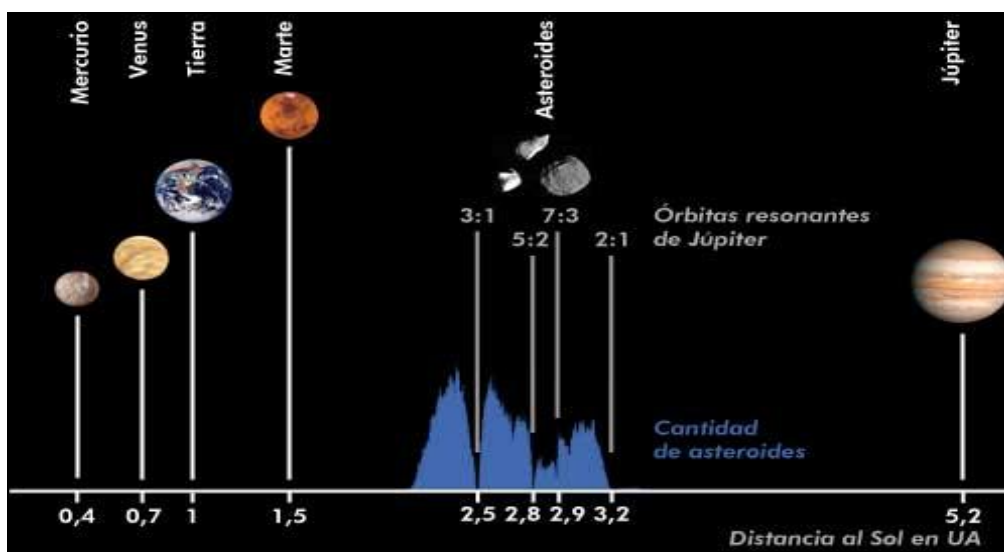


Ilustración 2. Croquis proximidad de cinturón de asteroides.

7.3.3. Cometas.

Los cometas son cuerpos frágiles y pequeños, de forma irregular, formados por una mezcla de sustancias duras y gases congelados, que giran en torno a una órbita elíptica, por lo que en una punta de ella, los cometas se puede acercar al sol mientras que en la otra a Plutón.

Cuando los cometas se acercan al Sol y se calientan, los gases se evaporan, desprenden partículas sólidas y forman la cabellera. Cuando se vuelven a alejar, se enfrían, los gases se hielan y la cola desaparece. En cada pasada pierden materia por lo que al final, sólo queda el núcleo rocoso. Los cometas solo se pueden observar en un pequeño periodo de tiempo cuando se acercan al sol, y se ven como pequeñas manchas borrosas que dejan un rastro a medida que van avanzando.

Los astrónomos empezaron a estudiar los cometas con más detalles gracias al invento del telescopio. Edmund Halley fue el primer astrónomo que descubrió que los cometas tienen apariciones periódicas y pronosticó en 1705 la aparición del cometa Halley en 1758, para el cual calculó que tenía un periodo de 76 años. Sin embargo, murió antes de comprobar su predicción.

7.3.4. Meteoritos.

La palabra meteorito significa fenómeno del cielo y describe la luz que se produce cuando un fragmento de materia extraterrestre entra a la atmósfera de la Tierra y se desintegra. Al entrar en contacto con la atmósfera, la fricción con el aire causa que el

meteoroides se calientan, y entonces entra en ignición emitiendo luz y formando un meteoro, bola de fuego o estrella fugaz. El estudio de meteoritos revela datos interesantes. Son buenos ejemplos de la materia primitiva del Sistema Solar, aunque en algunos casos sus propiedades han sido alteradas.

Algunos de los meteoritos que se han estudiado parecen que venían de la Luna y otros de Marte. La mayoría, sin embargo, son fragmentos de asteroides o de cometas.

7.3.5. Prevención ante fenómenos cósmicos.

- Rayos cósmicos:

El Sol no tiene siempre la misma actividad. Periódicamente se vuelve más explosivo. Las erupciones solares pueden crear campos eléctricos en la ionosfera que alteren aparatos eléctricos.

Las grandes erupciones solares pueden destruir infraestructuras eléctricas a nivel planetario y dañar satélites artificiales.

Su ciclo es de 11 años y en aumento desde el mínimo de hace unos años. La última gran erupción sucedió cuando nuestra dependencia de aparatos electrónicos era muy escasa,

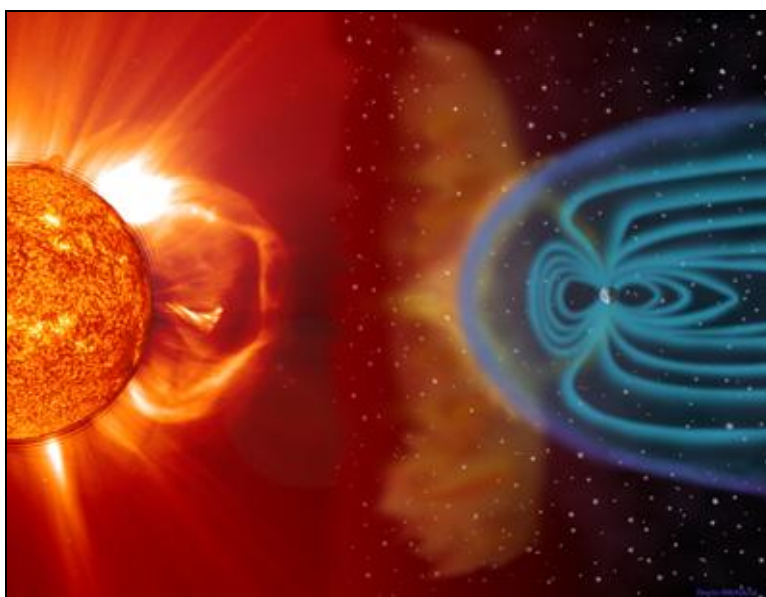


Ilustración 3. Tormenta solar.

- **Prevención**
 - Fabricación de sistemas más resistentes a potenciales eléctricos
- **Medidas correctoras**
 - Reparación de estaciones eléctricas o satélites dañados

- **Meteoritos y asteroides**

Improbables pero seguras en un tiempo prolongado. Cada 300.000 años impacta un asteroide de 1Km los meteoritos de tamaño pequeño pueden causar daños locales Los mayores pueden tener impactos muy importantes a escala planetaria.

Existe un sistema de seguimiento de cuerpos planetarios de tamaño suficiente como para impactar con la Tierra y causar daños

○ **Prevención**

- Observación de trayectoria de cometas y asteroides Modelos de impactos y planes de contingencia
- Desvío o destrucción del asteroide si hay tiempos suficiente

○ **Medidas correctoras.**

- Medidas para corregir grandes catástrofes, con una más que posible colaboración entre países.

7.4. Riesgos geológicos.

Los riesgos geológicos pertenecen al grupo de los riesgos naturales físicos y son los que causan las mayores catástrofes naturales.

Riesgo geológico: “es una contingencia desfavorable de carácter geológico a la que están expuestos los seres vivos y, en especial, el hombre y toda la naturaleza”.

Sin entrar en su descripción pormenorizada, de la que puede encontrarse abundante bibliografía (Bolt, 1975; Booth & Fitch, 1986; IGME, 1987; IGME, 1988; Alexander, 1993; Coch, 1995; Suarez & Regueiro, 1997; entre otros), suelen distinguirse, según su origen, distintos tipos de riesgos geológicos:

- Los originados directamente por la dinámica de los procesos geológicos internos (volcanes, terremotos, estructuras halocinéticas y tsunamis)
- Los derivados directamente de la dinámica de los procesos geológicos externos (inundaciones y movimientos de ladera, arcillas expansivas y procesos kársticos).

7.4.1. Riesgos geológicos derivados de la geodinámica interna:

Son los riesgos asociados a los fenómenos relacionados con la dinámica interna de la tierra en íntima relación con el movimiento de las placas tectónicas que conforman la corteza terrestre.

Se trata principalmente de los riesgos, sísmico y volcánico, y en menor proporción estructuras halocinéticas.

En relación con este tipo de riesgos se puede avanzar que la península Ibérica, presenta una estabilidad tectónica en gran parte de la misma, y únicamente el Sur y Suroeste de la misma es susceptible de sufrir fenómenos catastróficos. Por otro lado las islas Canarias también presentan una alta susceptibilidad frente a fenómenos volcánicos que pudieran entrañar peligros masivos para la población y bienes.

7.4.1.1. Terremotos o seísmos:

De los fenómenos naturales que nos amenazan los terremotos son los que más daños provocan y los que más nos deberían preocupar porque siempre parece que se desencadenan sin previo aviso. Durante muchos años, sismólogos, geofísicos, geólogos, tectónicos por la vía científica, han estado intentando predecir estos eventos sin gran éxito.

Bajo planteamientos científicos, la interpretación del riesgo sísmico debe hacerse hoy en día, desde la óptica de la Teoría de la Tectónica de placas que es la teoría científica que establece que la litosfera (la porción superior más fría y rígida de la Tierra) está fragmentada en una serie de placas rígidas que se desplazan sobre el manto terrestre fluido (astenosfera). Esta teoría describe el movimiento de las placas, sus direcciones e interacciones.

La cinemática del movimiento de estas placas litosféricas se basa en desplazamiento por efecto de las corrientes de convección térmica que se producen en el manto.



Ilustración 4. Distribución de placas litosféricas.

Los contactos entre placas se materializan a través de estructuras tectónicas del tipo de fallas transformantes, bordes de subducción o zonas de colisión. Siendo este tipo de estructuras zonas prioritarias para el desencadenamiento de sismos.

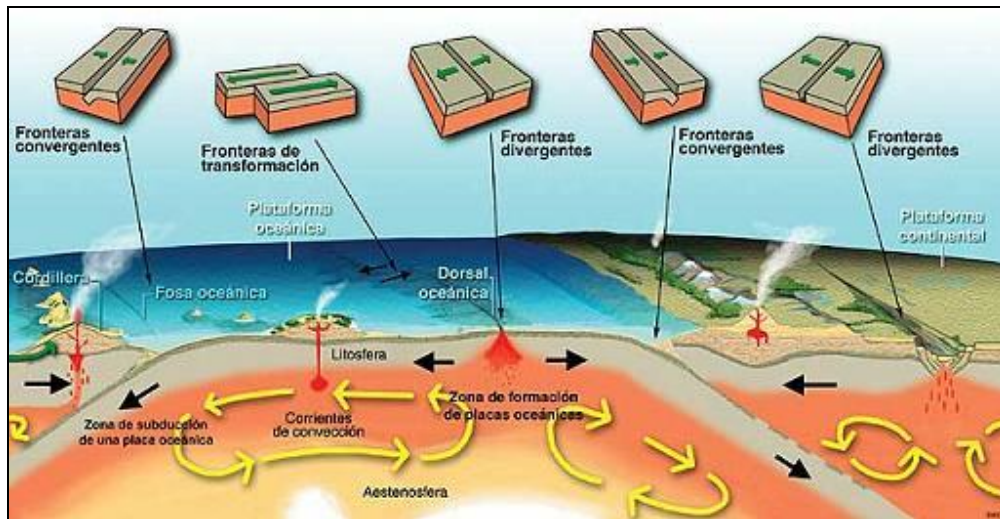


Ilustración 5. Tipos de contactos entre placas.

Un sismo o terremoto es un fenómeno natural (o en ocasiones inducido) asociado a una liberación de energía mecánica acumulada en fallas activas o bordes de subducción, zonas de colisión, o asociadas a vulcanismo por efecto de la dinámica de las placas terrestres.

Los terremotos cuando actúan sobre áreas pobladas y no convenientemente preparadas frente a este fenómeno, son uno de los riesgos más destructivos y catastróficos conocidos.

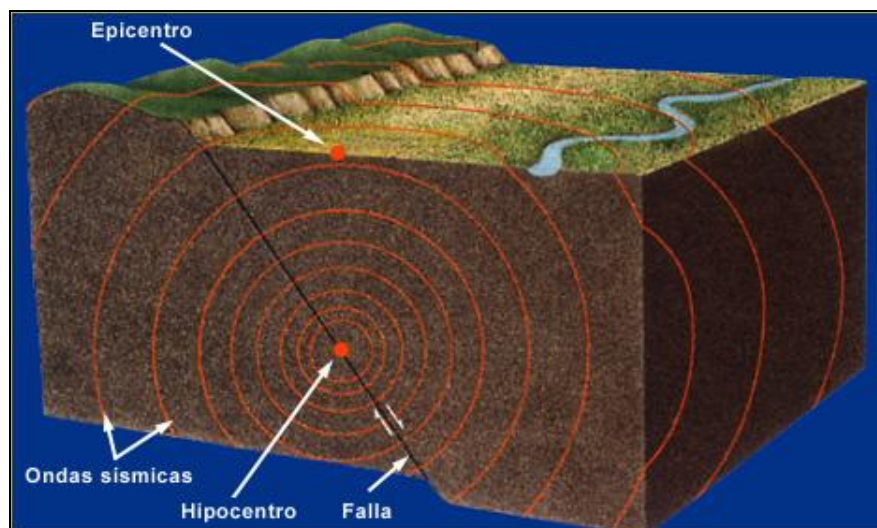


Ilustración 6. Hipocentro y epicentro de un terremoto.

Las placas de la corteza terrestre están sometidas a tensiones. En la zona de roce (falla), la tensión es muy alta y, a veces, supera a la fuerza de sujeción entre las placas.

Entonces, las placas se mueven violentamente, provocando ondulaciones y liberando una enorme cantidad de energía. Este proceso se llama movimiento sísmico o terremoto.

- **Tipos de ondas sísmicas:**

En el desencadenamiento de un terremoto se origina 4 tipos de ondas sísmicas denominadas:

- Ondas de Compresión (P)
- Ondas de Cizalla (S)
- Ondas Love
- Ondas Rayleigh.

Las ondas de compresión (P) y las de cizalla (S), denominan ondas de cuerpo o de volumen pues viajan a través del interior de la Tierra. Siguen caminos curvos debido a la variada densidad y composición del interior de la Tierra. La mecánica de propagación es similar al de refracción de la luz.

Las ondas Rayleigh y Love son superficiales y análogas a las ondas de agua. Viajan sobre la superficie de la Tierra. Se desplazan a menor velocidad que las ondas de cuerpo. Debido a su baja frecuencia provocan resonancia en edificios con mayor facilidad que las ondas de cuerpo y son por ende las ondas sísmicas más destructivas.

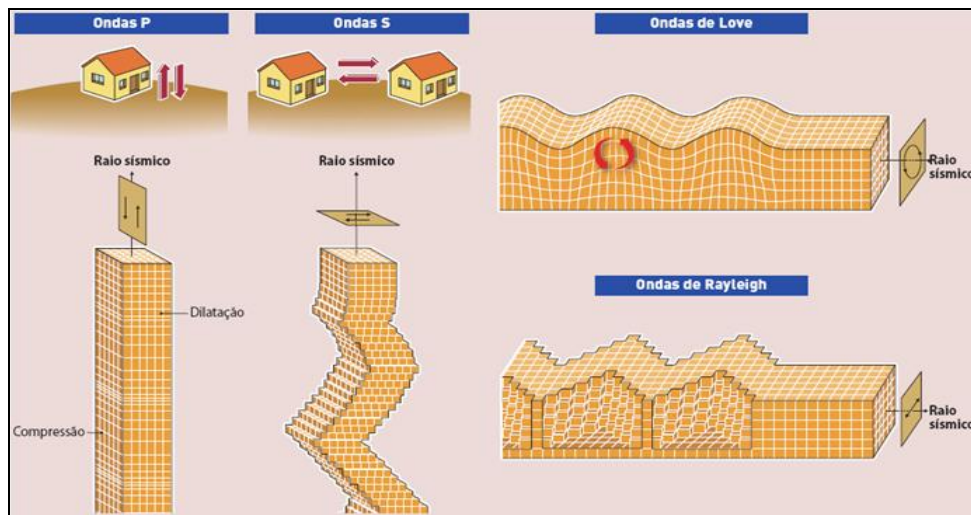


Ilustración 7. Tipos de ondas sísmicas.

- **Escalas de medida**

Las escalas de medida de los sismos son básicamente dos:

- Escala de Magnitud o escala Richter.

- Escala de intensidad sentida o de Mercalli.

Escala Richter: expresa el cálculo de energía que libera un terremoto. La magnitud Richter se expresa en una escala logarítmica, en la que cada grado entero de la escala representa un incremento de 10 veces la amplitud de la onda sísmica. Richter descubrió que las ondas sísmicas propagadas por los terremotos proporcionan buenas estimaciones de sus magnitudes. Demostró que cuanto mayor era la energía intrínseca de un terremoto, mayor era la "amplitud" de movimiento del terreno en una distancia dada.

Escala Mercalli: expresa la intensidad sentida por las persona y también teniendo en cuenta los efectos producidos en las estructuras construidas.

El siguiente cuadro compara las dos escalas:

ESCALAS COMPARADAS DE CLASIFICACIÓN DE LOS TERREMOTOS EN FUNCIÓN DE LA ENERGÍA LIBERADA Y DE LOS DAÑOS OBSERVADOS			
Magnitud Richter	Intensidad Mercalli	Energía equivalente en peso de TNT	Observaciones de testigos
Hasta 3	I-II	<180 gr	Difícilmente perceptible
3-4	II-III	Hasta 6 ton.	Vibración como la de un camión próximo
4-5	IV-V	Hasta 200 ton.	Se despierta la gente, y caen objetos pequeños
5-6	V-VI	Hasta 6.270 ton.	Dificultad para mantenerse en pié, daños en edificaciones de ladrillo
6-7	VII-VIII	Hasta 100.000 ton.	Pánico general, se cae algún muro
7-8	IX-X	Hasta 6.270.000 ton	Destrucción masiva, grandes deslizamientos
8-9	XI-XII	Hasta 200.000.000 ton	Destrucción total, se ven ondas en la superficie del suelo

- Efectos de los terremotos

Los terremotos causan daños de cuatro maneras:

- Sacudidas del suelo, causa directa de los daños más graves
- Rotura superficial limitada las zonas próximas a la falla
- Fallos del suelo, por aceleraciones sísmicas originando deslizamientos
- Tsunamis u olas oceánicas, el terremoto de Lisboa (1755) causó más de 1000 muertos con olas de hasta 27 m. El del golfo de Bengala en 2004 causó más de 100000 muertos

Los efectos más característicos son la destrucción de edificaciones e infraestructuras, incomunicación, fallos de sistemas esenciales (abastecimiento de agua y luz. A medio plazo en los fenómenos de mayor intensidad, tales como tsunamis del Golfo de Bengala, se producen afecciones psicosociales a la población diferidas en el tiempo, pero de difícil recuperación.

- **Predicción de terremotos:**

En el análisis de riesgos de terremotos la probabilidad de ocurrencia se estima en términos de periodo de retorno (periodo de tiempo que tarda en repetirse un acontecimiento catastrófico). Las predicciones en las zonas sísmicas se apoyan en los modelos estocásticos de estimación del período de recurrencia, que se fundamenta en la hipótesis de que un terremoto ocurre cuando la falla origen, recupera la tensión liberada en el último episodio sísmico.

Se supone que la acumulación de tensión tiene un carácter continuo, por el progresivo desplazamiento de las placas tectónicas. Entonces conociendo la tensión liberada en forma de energía en el último episodio, y conociendo el ratio de acumulación de energía pudiera ser posible la estimación del tiempo necesario para que se produzca un terremoto (periodo de retorno) de una intensidad determinada, mediante una división entre la energía liberada y la acumulada posteriormente.

- **Prevención de terremotos:**

La prevención ante estos fenómenos catastróficos pasa por tres estados del fenómeno, antes, durante y después del seísmo.

○ **Antes del seísmo:**

- En primer lugar, por si acontece el terremoto, plantéese cómo reaccionarían usted y su familia; revise detalladamente los posibles riesgos que puedan existir en su hogar, en casa de amigos, en el trabajo, etc.
- En relación a la estructura del edificio, revise, controle y refuerce el estado de aquellas partes de las edificaciones que primero se pueden desprender, como chimeneas, aleros o balcones, así como de las instalaciones que puedan romperse (tendido eléctrico, conducciones de agua, gas y alcantarillado).
- Enseñe a sus familiares como cortar el suministro eléctrico, de agua y gas.
- Mantenga al día la vacunación de todos los miembros de su familia.

- Aseguren al suelo o paredes las conducciones y bombas del gas, los objetos de gran tamaño y peso, estanterías, etc., y fije los cuadros a la menor altura posible.
 - Tenga un especial cuidado con la ubicación de productos tóxicos o inflamables, a fin de evitar fugas o derrames.
 - Tenga a mano una linterna y un transistor (radio a pilas), así como pilas de repuesto para ambos.
 - Mantenga en su casa algunas mantas, cascos o gorros acolchados, para cubrirse la cabeza.
 - Almacene agua en recipientes de plástico, y alimentos duraderos
- **Durante el seísmo:**
- La primera y primordial recomendación es la de mantener la calma y extenderla a los demás.
 - Manténgase alejado de ventanas, cristaleras, cuadros, chimeneas y objetos que puedan caerse.
 - En caso de peligro, protéjase debajo de los dinteles de las puertas o de algún mueble sólido, como mesas, escritorios o camas; cualquier protección es mejor que ninguna.
 - Si está en un gran edificio no se precipite hacia las salidas, ya que las escaleras pueden estar congestionadas de gente
 - No utilice los ascensores; la fuerza motriz puede interrumpirse.
 - Si está en el exterior, manténgase alejado de los edificios altos, postes de energía eléctrica y otros objetos que le puedan caer encima. Diríjase a un lugar abierto.
 - Si va conduciendo, pare y permanezca dentro del vehículo, teniendo la precaución de alejarse de puentes, postes eléctricos, edificios dañados o zonas de desprendimientos.
- **Después del seísmo:**
- No trate de mover indebidamente a los heridos con fracturas, a no ser que haya peligro de incendio, inundación, etc.
 - Si hay pérdidas de agua o gas, cierre las llaves de paso y comuníquelo a la compañía correspondiente.

- No encienda fósforos, mecheros o artefactos de llama abierta, en previsión de que pueda haber escapes de gas.
- Limpie urgentemente el derrame de medicinas, pinturas y otros materiales peligrosos.
- No transite por donde haya vidrios rotos, cables de luz, ni toque objetos metálicos que estén en contacto con los cables.
- No beba agua de recipientes abiertos sin haberla examinado y pasado por coladores o filtros correspondientes.
- No utilice el teléfono indebidamente, ya que se bloquearán las líneas y no será posible su uso para casos realmente urgentes.
- No ande ni circule por los caminos y carreteras paralelas a la playa, ya que después de un terremoto pueden producirse Maremotos o Tsunamis.
- Infunda la más absoluta confianza y calma a todas cuantas personas tenga a su alrededor.
- Responda a las llamadas de ayuda de la policía, bomberos, Protección Civil, etc.

- **Mapa de peligrosidad sísmica en España:**

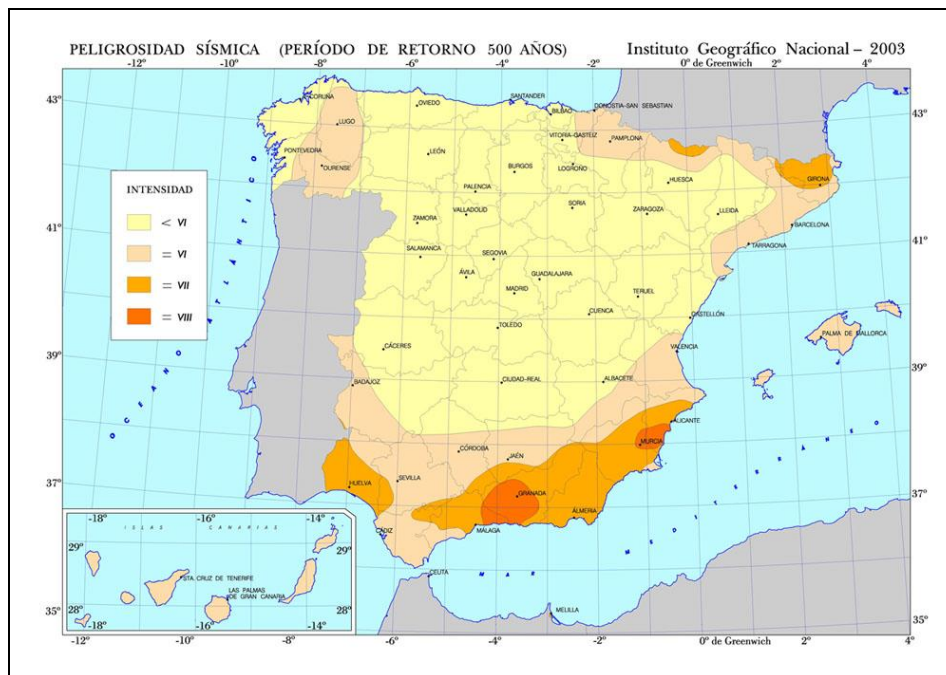


Ilustración 8. Mapa de peligrosidad sísmica en España.

7.4.1.2. Erupciones volcánicas:

En los últimos 10000 años 1415 volcanes han entrado en actividad en el mundo. Algunos de ellos entran en erupción muy frecuentemente como los de Hawaii, Etna, y Stromboli, mientras otros permanecen en reposo durante muchos años, como el Teide, Vesubio y/o Kilimanjaro, pero sería un error pensar que están extinguidos. La historia enseña que hay muchas erupciones catastróficas de volcanes que se pensaba que ya no eran activos porque había pasado mucho tiempo desde su última explosión como, por ejemplo, el de Pinatubo en Filipinas que entró en actividad en 1991. Millones de personas viven en la proximidad de volcanes peligrosos.

- Erupciones volcánicas

Mecánicamente una erupción volcánica es una emisión a superficie de materiales líquidos sólidos y gaseosos precedentes de las capas internas del manto. En todo el proceso de ascenso de materiales se originan deformaciones en la corteza que se materializan en forma de sismos y/o de variaciones topográficas. Así mismo también se originan cambios de temperatura en la corteza y alteraciones físicas en los acuíferos y en el quimismo de las aguas de los mismos.

En una erupción volcánica de intensidad media o alta libera una energía similar a la de un terremoto de magnitud 6,5 a 8,5 de la escala de Richter. La explosión del volcán es más peligrosa cuanto más bruscamente se libera la energía, lo que depende de la viscosidad del magma y de la cantidad de gases que libere.

○ Hay distintos **tipos** de erupciones:

- **Erupciones explosivas.**- Si el magma es viscoso y muy rico en sustancias volátiles, cuando va ascendiendo a la superficie los gases que estaban disueltos en profundidad debido a las elevadas presiones, pasan a formar burbujas dentro de la masa de magma y en un determinado momento explotan, lanzando a la atmósfera, a gran velocidad, masas de lava incandescente y fragmentos de roca de la chimenea del volcán.

De este tipo son los denominados estrovolcanes, con edificios volcánicos simétricos, compuestos por alternancias de capas de lavas, cenizas y piroclastos, como el Vesubio, Pinatubo, Santa Helena, Mount Rainier, Monte Admas e incluso el Teide

- **Erupciones efusivas.**- Si el magma es fluido y con pocos gases fluye en forma de colada de lava líquida causando muchos menos daños.

Son los denominados volcanes escudo como los Hawaianos o el Teneguía en La Palma.

- **Manifestaciones peligrosas del vulcanismo**

- **Emanaciones de gas**, se producen en los dos tipos de erupciones, se producen de un modo continuo entre fase eruptivas o durante los paroxismos. Se pueden emitir en la zona de cráter o en los flancos del edificio volcánico, se denominan fumarolas. Se trata de gases tóxicos, particularmente peligrosos para animales y personas ubicados en los flancos del volcán.
- **Emisión de piroclastos**: En las erupciones explosivas se piroclastos de diferentes tamaños a la atmósfera, bien como ceniza que pueden alcanzar distancias importantes desde el volcán (las del Pinatubo dieron la vuelta a la tierra y supusieron un descenso global de la temperatura) pero con facilidad alcanzan los 30 Km. Pero también con mayor tamaño, como piroclastos alcanzando las zonas próximas al volcán.
- **Coladas de lava**, a temperaturas que rondan los 1000°C son características de las erupciones efusivas. Se desplazan a velocidades de varios centenares de metros hora en las zonas más próximas al punto de emisión y van ralentizándose por enfriamiento y disminución de pendiente a medida que se aleja. En general la peligrosidad directa para la población no suele ser alta dado que la población puede retirarse de la trayectoria de las coladas, sin embargo pueden causar importantes daños materiales en edificaciones e infraestructura, siempre y cuando la Ordenación Territorial no haya contemplado las trayectorias preferentes y no se haya reducido la exposición. La velocidad de la colada no suele ser muy alta.
- **Nubes ardientes**: Es una mezcla de gases y cenizas más pesada que el aire, a una temperatura superior a 500°C emitida desde la zona del cráter y que se desplaza por la ladera del edificio volcánico a velocidades comprendidas entre 200 y 500 Km/h. Al igual que las avalanchas de nieve polvo, las nubes ardientes pueden propagarse en contrapendiente. Este fenómeno suele estar asociado a lavas muy densas que forman domos o agujas que taponan la zona de cráter impidiendo el flujo normal de lava o la emisión de piroclastos. Mont Pelee en la isla de Martinica.
- **Erupciones freatomagmáticas**: Se producen este tipo de erupciones cuando el magma en ascenso por la chimenea volcánica entra en contacto con un acuífero subterráneo o aguas superficiales (lagos, etc.).

Se produce una rapidísima vaporización del agua que dan lugar fuertes explosiones internas y externas con proyección de materiales sólidos. Se trata de un fenómeno particularmente peligroso.

- **Lahares:** son flujos rápidos, a veces catastróficos, de mezclas densas de partículas de roca y agua, que ocurren en corrientes y que fluyen de los volcanes. Estos ocurren cuando las inundaciones de agua por fuertes lluvias por desbordamientos de aguas de lagos que se mezclan con fragmentos de roca volcánica de tamaños que varían desde partículas microscópicas de arcilla hasta grandes rocas. En la última década tales flujos han causado la muerte de decenas de miles de personas. Entre 1979 y 1983, se perdieron las vidas y propiedades de El Palmar debido a lahares del Volcán Santa María y todavía hoy un número de pueblos, aldeas, carreteras, puentes, y áreas agrícolas están bajo las amenazas de futuros lahares del Santa María.
- **Deslizamientos de terreno:** Las erupciones suelen estar acompañadas de paroxismos sísmicos importantes por efecto de la descompresión del edificio volcánico, o ascensos magmáticos. Estas aceleraciones sísmicas pueden dar lugar a deslizamientos en las laderas que incrementen la peligrosidad del fenómeno volcánico al afectar a áreas pobladas o infraestructuras.
- **Tsunamis:** Por efecto bien de las explosiones volcánicas, deslizamientos o los movimientos sísmicos asociados pueden generarse tsunamis que trasladan la peligrosidad del fenómeno a zonas alejadas del episodio volcánico.
- **Ascensos de gas a la superficie de lagos:** En ocasiones en los lagos situados en cráteres volcánicos se pueden producir acumulaciones importantes de gas carbónico por debajo de las aguas profundas del lago, y que pueden ascender rápidamente aportando una gran cantidad de gas que desplaza a aire y envenena a la población y fauna ribereña. (Volcán Nyos Camerún 1986)
- **Lluvias ácidas:** Los gases y cenizas emitidos por el volcán producen contaminación natural y lluvias ácidas e incluso, si la erupción es fuerte, pueden alterar el clima mundial. La erupción del volcán filipino Pinatubo, por ejemplo, es responsable de un enfriamiento global en los meses siguientes a su explosión.

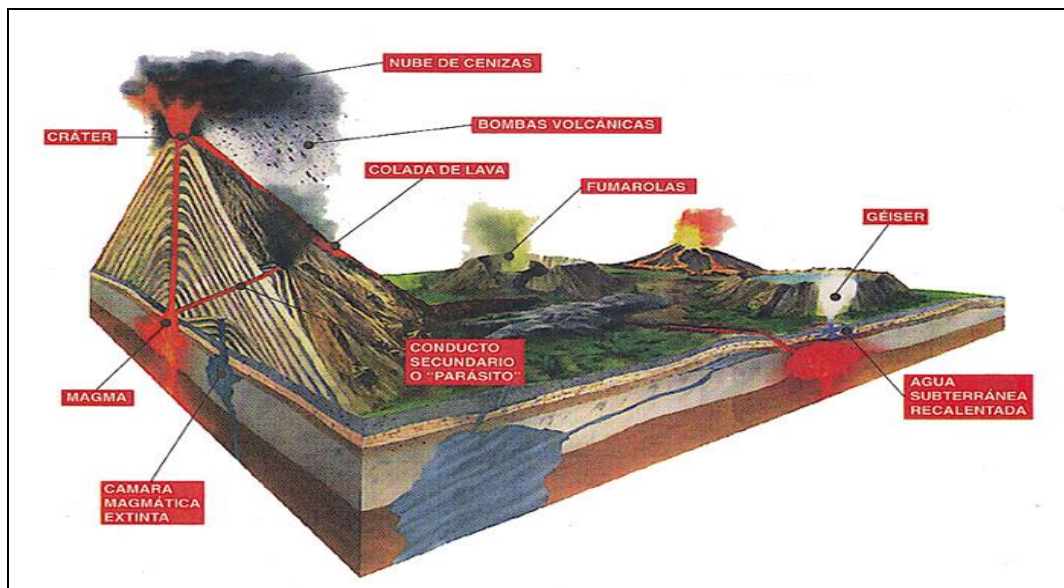


Ilustración 9. Partes de una erupción volcánica.

Para el hombre las principales amenazas de los volcanes son las nubes ardientes, los lahares y los tsunamis.

De menor peligrosidad serían las emisiones de ceniza, los deslizamientos o las coladas lávicas.

Los volcanes presentan aspectos positivos importantes tales como:

- Fuentes de minerales, tales como azufre cobre o plata
- Energía geotérmica
- Nuevas tierras agrícolas fértiles (cenizas)
- Atractivo turístico natural

Los efectos ambientales de las erupciones volcánicas pueden parecer catastróficos a corto plazo por destrucción de fauna y flora, pero a medio y largo plazo suponen un enriquecimiento mineral para el desarrollo de suelos fértiles, lo que explica los importantes desarrollos agrícolas en áreas perivolcánicas. Así el terreno ocupado por una colada de lava enfriada comienza como un desierto sin nada de vida en sus comienzos. Con el tiempo se va formando suelo y se produce todo un proceso de sucesión de ecosistemas.

- **Vigilancia, prevención y predicción de erupciones volcánicas:**

Las medidas más importantes para proteger a la población próxima a un volcán son las siguientes:

- Mantener un sistema de vigilancia del volcán que permita prever cuando una erupción está próxima a suceder.
- Elaborar un buen plan de evacuación de la población.
- Ingeniería volcánica de protección, este tipo de medidas tales como la desviación de coladas, si bien son muy espectaculares se limitan a condiciones muy determinadas de lavas muy fluidas y valles con condiciones morfológicas muy específicas (muy encajados)

Cuando el volcán pasa de una situación de reposo a otra de erupción tiene que recorrer una serie de fases que se pueden vigilar.

- El magma debe ascender a la superficie y en esa subida, empuja las rocas hacia arriba, levantando el suelo.
- Se forman grietas por las que salen humos y vapores.
- Aumentan las sacudidas sísmicas y el calor en la superficie. Los sistemas de vigilancia se fijan en estos síntomas para detectar cuando hay que dar la alarma.

Pero es difícil hacer estas previsiones y no hay todavía capacidad científica de anticipar con seguridad las erupciones volcánicas.

La situación se hace más difícil en los casos en los que hay que evacuar grandes poblaciones. Se calcula, por ejemplo, que una erupción del Vesubio pondría en peligro de muerte a 600 000 personas y que para evacuar ordenadamente a toda esa población se necesitan tres semanas.

- **Distribución mundial de los volcanes: Zonas más activas.**

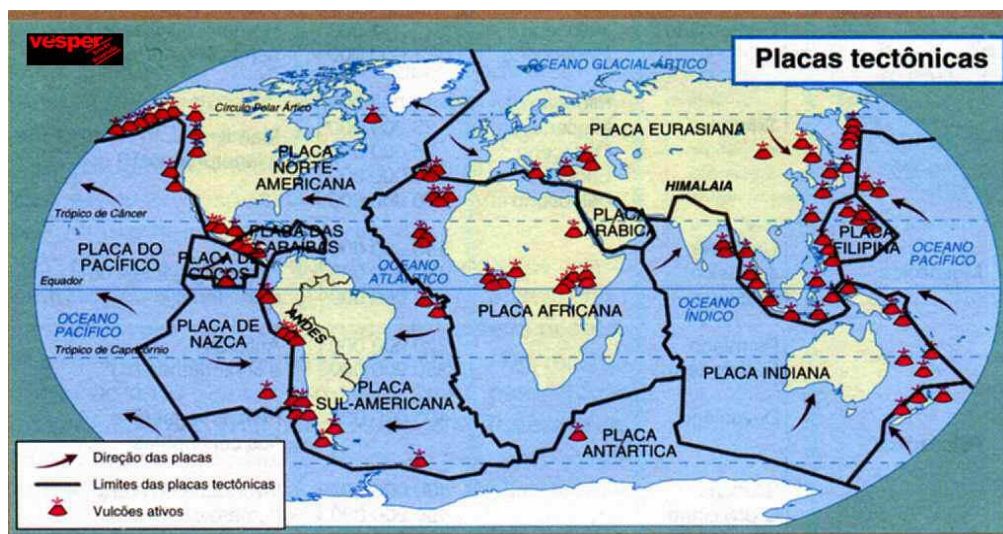


Ilustración 10. Zonas de mayor actividad volcánica en el mundo.

7.4.1.3. Estructuras halocinéticas.

Cuando en las rocas sedimentarias existe un material salino que a cierta temperatura se comporta como un fluido y tiende a ascender, entonces pliega a los materiales sedimentarios y puede llegar ese material salino hasta la superficie, decimos que hablamos de los diapiros.

Así podemos definir diapiro como una estructura tectónica intrusiva formada por un núcleo de materiales salinos que perfora una cobertera de rocas más modernas y de comportamiento mecánico más rígido. Este tipo de accidente geológico se caracteriza por un importante desarrollo vertical frente a sus dimensiones-horizontales. Aunque frecuentemente se inician como respuesta a compresiones orogénicas, su desarrollo completo se realiza a favor del comportamiento plástico de los materiales salinos, que migran verticalmente (movimiento halocinético) a causa de poseer una densidad menor que las rocas suprayacentes.

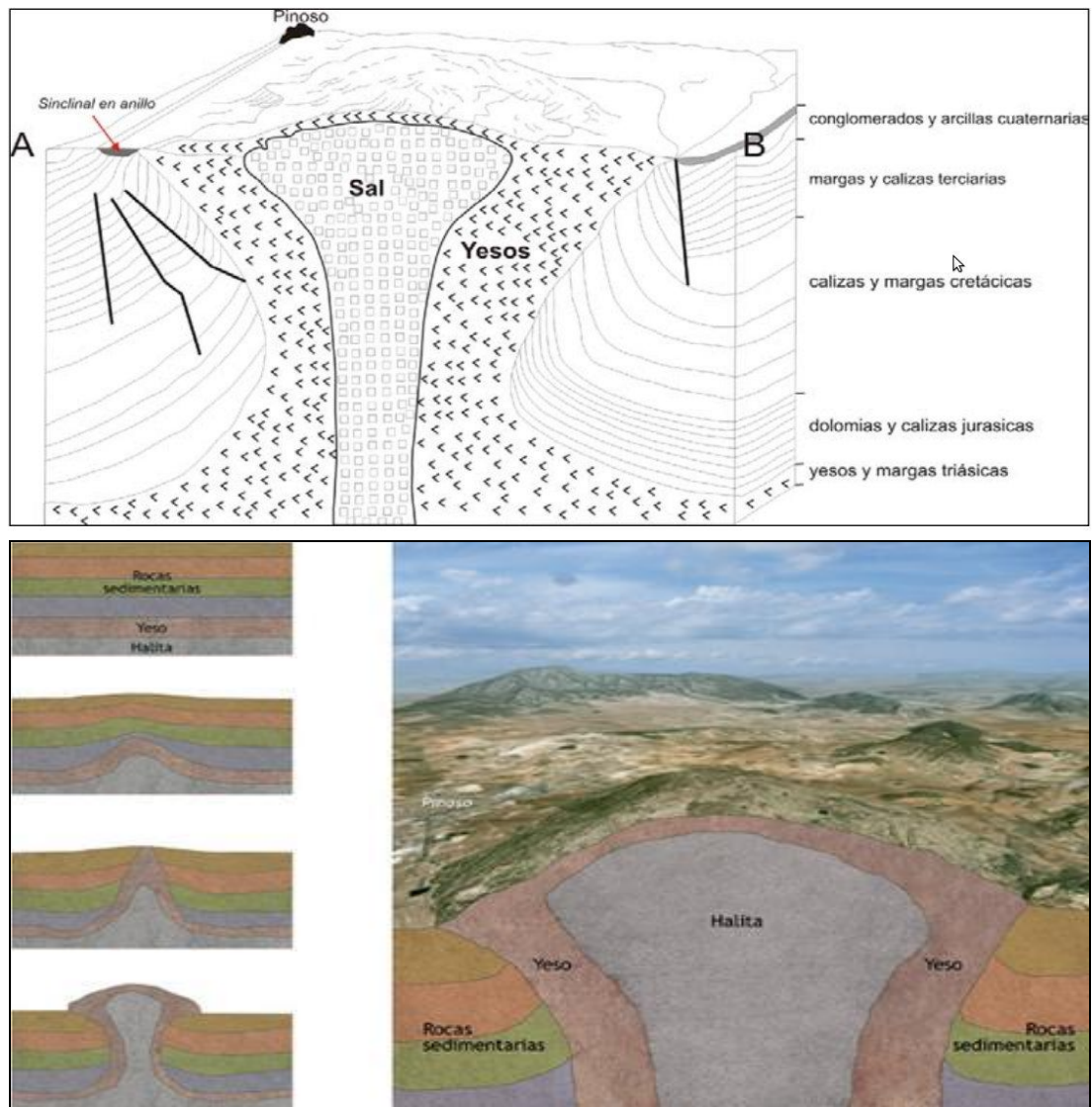


Ilustración 11. Diapiro y su evolución.

Su peligrosidad se encuentra en la inestabilidad como base para construcciones humanas, ya que si siguen ascendiendo pueden agrietar los cimientos y porque pueden crear hundimientos por haberse disuelto. Puede provocar inestabilidad en construcciones o hundimientos del terreno y retroceso de laderas

- **Medidas contra los diapiros:**

- Preventivas
 - Estudios geológicos adecuados. Indicándonos como puede evolucionar.
 - Evitar la concentración de cargas sobre estos materiales
 - Ordenar el territorio.
- Correctoras
 - Inyectar materiales sólidos en lugares donde se pueda disolver.
 - Sistemas de drenaje
 - Controlar y frenar la evolución del diapiro.

7.4.2. Riesgos geológicos derivados de la geodinámica externa.

Los riesgos geológicos asociados a los procesos geológicos exógenos dependen del clima y de las características geológicas del terreno. Se desarrollan como resultado de los procesos de meteorización y por la acción de los agentes geológicos externos (aguas de escorrentía, aguas subterráneas, agentes meteorológicos, procesos gravitacionales de laderas y en algunas ocasiones como consecuencia indirecta de erupciones volcánicas o terremotos.

En nuestro país los riesgos más habituales están asociados a inundaciones, movimientos de ladera y hundimientos.

- Los fenómenos de mayor importancia dentro de los riesgos derivados de la geodinámica externa son:
 - Inundaciones
 - Movimientos de ladera
 - Arcillas expansivas.
 - Karst.

7.4.2.1. Inundaciones.

Una inundación es cualquier flujo de aguas superficiales superior al habitual, de tal manera que estas superan el cauce de confinamiento habitual “talweg”, cubriendo una porción de tierra que normalmente permanece seca. Las inundaciones son fenómenos recurrentes en la mayoría de los sistemas fluviales del planeta, desarrollando estructuras geológicas típicas denominadas llanuras de inundación.

El origen y causas de las inundaciones, o del incremento del volumen de agua en los cauces es diverso, así se pueden diferenciar los siguientes tipos:

- **Inundaciones asociadas a precipitaciones intensas**, los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar todo el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.
- **Inundaciones asociadas a deshielos rápidos**, En primavera se funden las nieves acumuladas en invierno en las zonas de alta montaña y es cuando los ríos que se alimentan de estas aguas van más crecidos. Si en esa época coinciden fuertes lluvias, lo cual no es infrecuente, se producen inundaciones.
- **Inundaciones asociadas a fallos en la infraestructura hidráulica**, cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.
- **Inundaciones costeras por efectos de remanso en pleamares**, son olas largas y bajas generadas en el agua de los océanos y mares por la atracción gravitatoria de la Luna y el Sol. Las mareas se perciben en la línea de costa como subidas y bajadas rítmicas del nivel del mar, si estas subidas son de gran amplitud pueden provocar inundaciones en la línea de costa.
- **Algunas actividades humanas como:**
 - Impermeabilización de suelos en procesos de pavimentación y asfaltado, lo que impide que el agua se absorba por la tierra.
 - La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de agua y materiales

- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápido.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río.

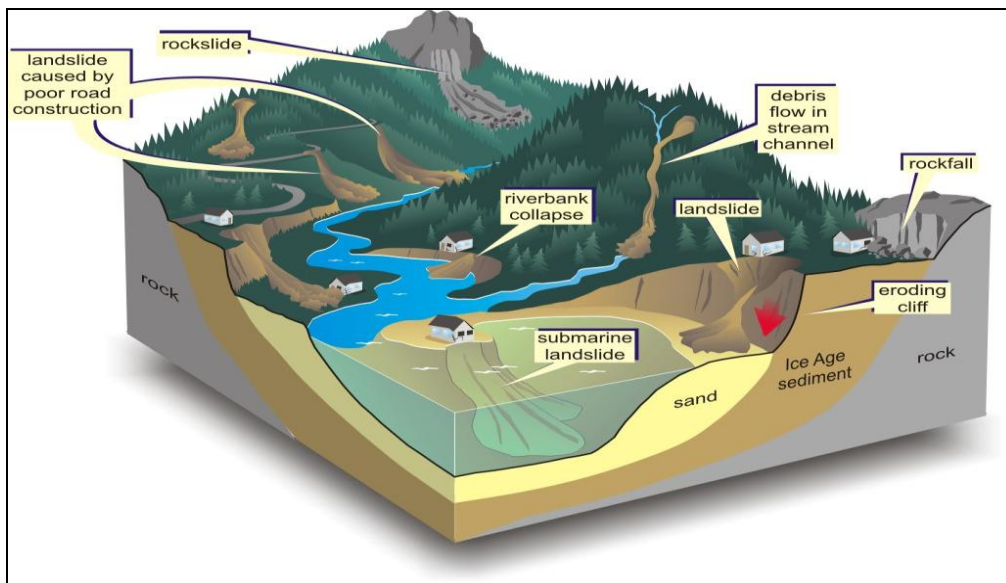


Ilustración 12. Factores que favorecen las inundaciones.

En función de las características geomorfológicas de la cuenca y del régimen climatológico, las inundaciones asociadas a precipitaciones intensas pueden ser de dos tipos:

- **Flash Flow**, o ramblas, inundaciones asociadas a precipitaciones muy intensas ($>100 \text{ l/m}^2/\text{h}$), cuencas pequeñas con pendientes altas y respuesta muy rápida. En este tipo de inundaciones el hidrograma presenta picos muy altos y estrechos. Son inundaciones con un gran poder destructivo, capaces de arrastrar y destruir edificaciones que encuentren a su paso. Se localizan principalmente en zonas de relieves elevados y climas áridos.
- **Sheet Flow**, o inundaciones en lámina, este tipo de inundaciones se asocian a precipitaciones no muy altas pero muy duraderas en el tiempo en cuencas hidrográficas medias y grandes, con pendientes bajas y respuesta lenta. El hidrograma que generan este tipo de inundaciones suele ser ancho en tiempo. Son inundaciones bastante previsibles en tanto que se puede ir controlando el desplazamiento de la onda de crecida, y su poder destructivo es considerablemente menor, con afecciones a agricultura e infraestructuras de riego e hidráulicas.

La capacidad de generar daños de las inundaciones está muy determinada por la ordenación del territorio y por la ocupación de zonas próximas a los cauces, sin los convenientes análisis de riesgos.

- **Propiedades de las inundaciones**

- Las inundaciones son fenómenos recurrentes en la mayoría de los sistemas fluviales del planeta.
- Desarrollan estructuras geomorfológicas típicas denominadas llanuras de inundación.

- **Factores de Peligrosidad de las inundaciones**

- Los factores que determinan la peligrosidad de las inundaciones son básicamente:
 - La altura de la lámina de agua
 - La velocidad de la corriente
 - El volumen de sólidos en suspensión

- **Tipos de daños**

- Los elementos expuestos que intercepten la corriente están expuestos a su destrucción parcial y/o total o a su inoperatividad:
 - Estructuras de paso de vías de comunicación
 - Equipamientos y edificaciones urbanas
 - Infraestructuras de saneamiento
 - Infraestructuras de abastecimiento de servicio
 - Inestabilización de laderas
 - Anegamientos de lodos

- **Prevención antes de las inundaciones.**

- Las lluvias intensas representan una alerta natural de posibles inundaciones.
- Evite construir cerca de ríos y quebradas.
- Mantenga una provisión de emergencia: agua potable y alimentos no perecederos, una muda de ropa y calzado, una cobija, un maletín de

primeros auxilios, radio portátil, linterna con pilas, fósforos, copias de los documentos de la vivienda e identificación personal.

- Participe junto a su comunidad en la preparación de un plan de mitigación: Este debe contemplar un plano de riesgo con las rutas de evacuación, los sitios de refugio y un inventario de los recursos humanos y materiales del vecindario.
- Evite la deforestación y colabore con la conservación del ambiente en general.

- **Protocolo durante y después de una inundación.**

○ **Durante:**

- Intente mantener la calma.
- Si las autoridades recomiendan la evacuación, desaloje su vivienda inmediatamente.
- Lleve consigo la provisión de emergencia y cumpla con las instrucciones del plan de mitigación.
- Diríjase hacia un lugar elevado.
- Evite cruzar a pie una corriente de agua que sobrepase sus rodillas.
- No intente conducir sobre una carretera inundada, al contrario, abandone el vehículo.
- Aléjese de los lugares en los que puedan producirse derrumbes.

○ **Después:**

- No consuma agua si no está seguro de que es potable.
- No ingiera alimentos crudos o que hayan estado en contacto con el agua de las crecidas.
- No toque ni manipule instalaciones eléctricas.
- Informe a las autoridades sobre su situación y el estado de los servicios básicos de su comunidad.

- Mapa de riesgos por inundación en España:



Ilustración 13. Mapa de peligrosidad para inundaciones.

7.4.2.2. Movimientos de ladera.

Los movimientos gravitacionales del terreno, originados como consecuencia del desequilibrio existente entre las fuerzas estabilizadoras intrínsecas del terreno (resistencia al corte natural) y las desestabilizadoras (presión hidrostática, peso de tierras, etc.), afectan a infraestructuras de comunicación, embalses o a la actividad minera, con las consecuentes pérdidas económicas y en ocasiones de vidas humanas.

La acción de la gravedad, el debilitamiento progresivo de los materiales geológicos, debido principalmente a la meteorización, y la actuación de otros fenómenos naturales y ambientales, hacen que los movimientos de ladera sean habituales en el medio geológico. Estos procesos llegan a constituir riesgos geológicos potenciales, ya que pueden causar daños económicos y sociales al afectar a las actividades y construcciones humanas.

- Entre las áreas más propensas a los procesos de inestabilidad de laderas, bajo un punto de vista global, se encuentran:
 - Las zonas montañosas.
 - Zonas de relieve con procesos erosivos y de meteorización intensos.

- Laderas de valles fluviales.
- Zonas con materiales blandos y poco consolidados, con macizos rocosos arcillosos, esquistosos y alterables, etc.

Sobre estas zonas, la ocurrencia de precipitaciones intensas o de movimientos sísmicos puede dar lugar a procesos de inestabilidad general que se manifiestan en la generación de deslizamientos, nuevos o reactivados, desprendimientos.

- Tipos de movimientos de ladera.

La peligrosidad de estos fenómenos está muy condicionada con factores tipológicos y dimensionales. En relación con la tipología de los movimientos de ladera sí bien en la bibliografía específica existen numerosas clasificaciones publicadas desde la década de los sesenta hasta la actualidad, en este trabajo y dado el alcance global planteado, se ha considerado que pudiera ser suficiente una clasificación genérica del tipo de movimiento y el material implicado, siendo ésta:

- **Movimientos rotacionales:** son fenómenos de inestabilidad que afectan principalmente a suelos y rocas con alto grado de meteorización (física y química), con un comportamiento resistente próximo a la isotropía en el conjunto de la masa movilizable y en los que la forma de la superficie de rotura se asemeja a una superficie circular, se consideran movimientos en general moderados a lentos. La peligrosidad en cuanto a daños directos a población, al ser fenómenos de movimiento lento a moderado puede minimizarse adoptando soluciones de evacuación. No obstante las pérdidas materiales serán altas a muy altas en las zonas de afección.
- **Movimientos traslacionales:** el desplazamiento de la masa inestable se produce según una superficie de discontinuidad (estratificación y/o fracturación), afectan principalmente a macizos rocosos compartimentados por las discontinuidades las cuales presentan configuraciones de orientación favorables al sentido del movimiento, estos movimientos pueden ser muy rápidos o muy lentos. La peligrosidad de daños a población estará directamente relacionada por la velocidad.
- **Coladas o Lahares:** se tratan de movimientos de solifluxión con aspectos variados en su morfología dependiendo que el material involucrado sea rocoso o no, no obstante suelen carecer de zona de cabecera y el

material movilizado presenta un aspecto muy caótico. La masa movilizada tiene generalmente forma cónica y en superficie presenta estructuras de flujo tales como surcos de drenaje etc. El material se acumula en extensiones laterales con formas lobuladas y restos de los arrastres producidos, arboles y demás vegetación. La velocidad de este tipo de movimientos es en general muy rápida.

La combinación de estas tipologías básicas da lugar una variedad importante de movimientos complejos, tales como las expansiones laterales, los deslizamientos roto-traslacionales etc. La peligrosidad de los procesos de inestabilización viene condicionada básicamente por el volumen de terreno movilizado y por la velocidad con la que se desarrolla dicho proceso.

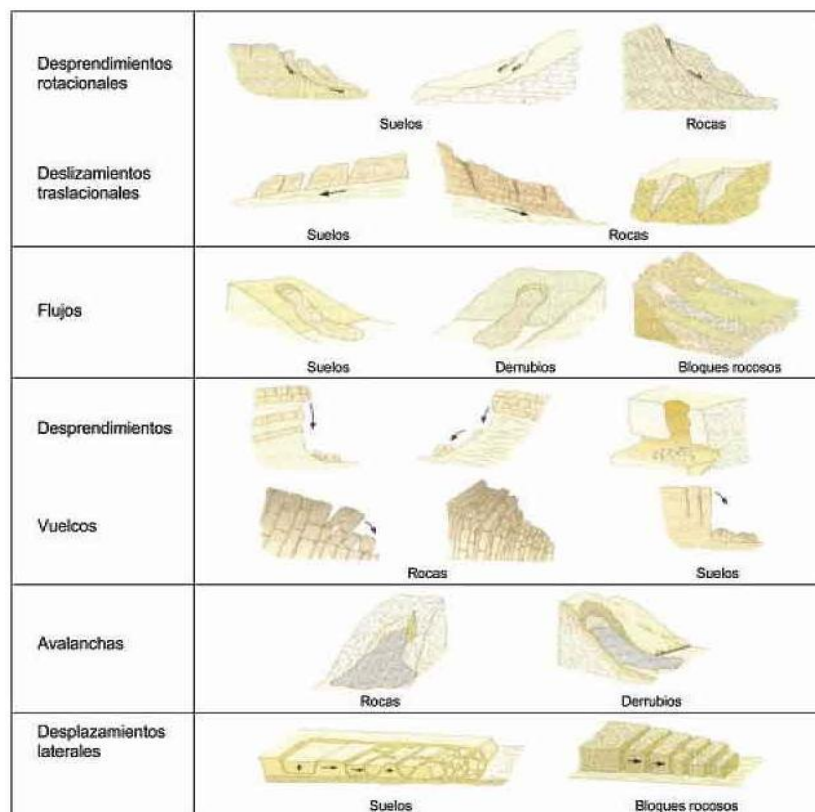


Ilustración 14. Tipos de movimientos gravitacionales o de ladera.

- Daños ocasionados por los movimientos gravitacionales o de ladera.

Los daños causados por los movimientos del terreno, deslizamientos y hundimientos, dependen de la velocidad y magnitud de los procesos. Los movimientos de ladera rápidos son los que ocasionan mayores riesgos y pueden causar víctimas, mientras que los lentos y las subsidencias presentan menor potencial de daños. Los hundimientos causan daños cuando repercuten en superficie, pudiendo decirse que el riesgo está

asociado, más que al proceso en sí, a sus efectos en superficie. En muchas ocasiones los procesos de mayor riesgo son de pequeña escala, como los desprendimientos de bloques rocosos y los colapsos repentinos. Frente a los movimientos de gran magnitud, la prevención es la actuación más efectiva para evitar los riesgos.



Ilustración 15. Ejemplo de desprendimiento de ladera.

- Prevención ante fenómenos gravitacionales o de ladera.

Al ser este un riesgo de carácter puntual, las medidas preventivas, fundamentadas en una detección y localización de estos fenómenos, acompañadas de un conocimiento profundo de los mecanismos de inestabilidad, supone un apoyo importante y económicamente rentable para el planificador en el trazado de vías de comunicación, ubicación de embalses y canales, y en general para la ordenación del territorio. Pero además existe una serie de consejos antes estos fenómenos.

- Si hay desagües, alcantarillas o cauces pequeños cerca del área, trate de mantenerlos en buen estado, limpios y de ser posible con un adecuado revestimiento (alcantarillas, tuberías, etc.).
- Si existen al pie o en la parte superior de la ladera viviendas cuyas salidas de agua no están debidamente construidas, procure limpiarlas y mantenerlas en buen estado para evitar que colapsen.
- Identifique posibilidades de reforestación de las laderas con especies de raíces profundas y rápido crecimiento, si tiene dudas consulte al técnico forestal en las oficinas del sector agropecuario.
- Evite hacer rellenos o cortes en terrenos de pendiente fuerte.

- Evite excavar en la base de laderas empinadas.
- **Protocolo de actuación tras un fenómeno gravitacional o de ladera:**
 - Si el deslizamiento es en una vía, procure avisar a otros conductores y a las autoridades respectivas.
 - Por ningún medio intente cruzar el área afectada, más bien aléjese todo lo posible podría seguir cayendo materiales sobre los sectores aledaños.
 - Identifique sin acercarse demasiado, si existe otra infraestructura afectada o en peligro (tendido eléctrico, acueductos, tubería de aguas negras u otras viviendas) y notifíquelo inmediatamente.
 - Si ocurre un deslizamiento en una ladera en la parte superior de la cuenca, tanto de un río o quebrada y hay represamiento del caudal, informa inmediatamente a las autoridades ya que existe probabilidad avalancha, "cabeza de agua" arrastrando todo aquello a su paso: viviendas, puentes y vehículos; dependiendo del volumen acumulado

7.4.2.3. Arcillas expansivas.

Las arcillas expansivas, pertenecen a un grupo mineralógico muy amplio de materiales de naturaleza química silíceas denominados silicatos. Dentro de estos, en función de la distribución de los tetraedros se clasifican sistemáticamente dentro de los Filosilicatos o silicatos laminares. Así, a grandes rasgos y en función del tipo de arcilla, entre lámina y lámina, se emplazarán en mayor o menor medida las moléculas de agua que producirán el hinchamiento.

Estos fenómenos están producidos por filosilicatos arcillosos que presentan variaciones importantes de comportamiento en presencia o ausencia de agua. Pero determinadas arcillas especiales denominadas esmectitas, y compuestas principalmente por montmorillonita tiene una alta capacidad de absorción de moléculas de agua que se incorporan a la estructura laminar de los filosilicatos, generando un considerable incremento de volumen y una presión de hinchamiento considerable.

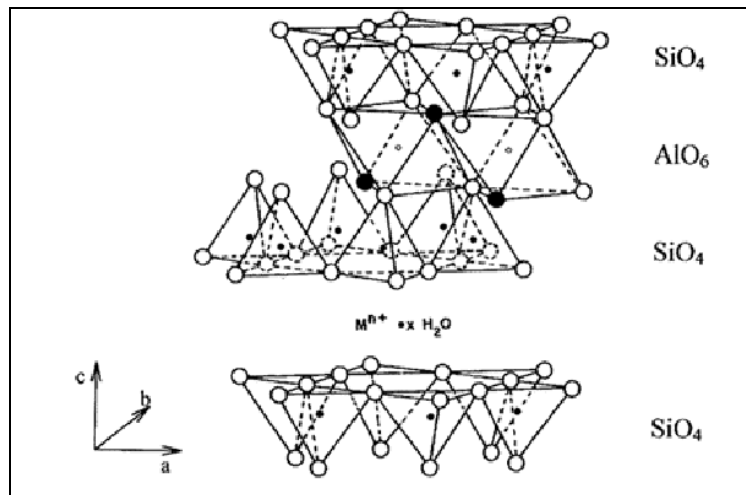


Ilustración 16. Filosilicato.

Las características más destacables a efectos de reconocimiento de las arcillas expansivas en el medio natural son:

- Ausencia de vegetación freatófila, árboles y arbustos de hoja caduca.
- Color del suelo grisáceo, azulado o verdoso.
- Presencia de grietas de tracción en las estaciones secas.
- Barro pegajoso que se adhiere al calzado o maquinaria.
- Son muy moldeables cuando están humedecidas.
- Las huellas son muy persistentes
- Secas son muy difíciles de romper
- En desmonte se degradan muy rápidamente

En condiciones climáticas de aridez, como las presentes en la zona central de la Península, con grandes variaciones estacionales en la humedad ambiental, estos fenómenos de expansividad se desarrollan en toda su extensión.

Desde el punto de vista geotécnico, los suelos plásticos o arcillosos, son aquellos capaces de deformarse sin agrietarse, ni producir rebote elástico, cambiando su consistencia al variar el contenido de agua. En función de los cambios de contenido de humedad se dan diferentes estados físicos, siendo los límites para cada estado de consistencia los conocidos como límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico e

índice de plasticidad, que son el punto de partida para la estimación de la expansividad de un suelo.

El grado de expansividad se puede determinar en función de las propiedades geotécnicas de los suelos. Los ensayos que se deben realizar para determinar su expansividad son:

- Granulometría, permitirá determinar el porcentaje de finos que contiene y clasificarlo en limos o arcillas según los criterios de Casagrande (límites de Atterberg).
- Límites de Atterberg, para determinar los límites líquido y plástico y el índice de plasticidad.
- Hinchamiento Lambe, obteniéndose el cambio de volumen potencial, pudiendo ser éste, No Crítico, Marginal, Crítico y Muy Crítico y el índice de hinchamiento.
- Humedad natural
- Edómetro presión de hinchamiento, colapsabilidad, asientos, etc.

- **Daños producidos por la acción de arcillas expansivas.**

La mayoría de los daños producidos por la acción de las arcillas expansivas se producen por la construcción de infraestructuras como edificios, vías de comunicación puentes etc., en lugares que tienen este tipo de materiales en el subsuelo, el suceso catastrófico puede ocurrir cuando estos fenómenos afectan a bloques de viviendas, pudiendo provocar grietas y desplomes del edificio causando víctimas y daño personales.

En infraestructuras como carreteras, puentes, vías de tren etc., los daños más frecuentes son de carácter económico.

- **Prevención ante fenómenos de expansividad de arcillas.**

La adopción de medidas preventivas, supone, en general, un encarecimiento considerable de los costes de construcción, no obstante, y en cualquier caso, siempre son más económicas que las medidas correctoras una vez iniciado el fenómeno.

- Medidas de prevención sobre las arcillas:
 - Control de cambios de humedad
 - Estabilización con cal.
- Medidas de prevención sobre las construcciones:
 - Sistema de cimentación específicos según características de las arcillas.
 - Conducciones subterráneas.
 - Urbanización exterior. Aceras amplias y pavimentaciones extensas impermeables debidamente armadas para evitar roturas
 - Drenaje. Sistemas de drenaje perimetral efectivos, con tubos profundos y sistemas que eviten la colmatación de los mismos.
 - En la ejecución. Deberá evitarse la exposición prolongada del sustrato de apoyo a la acción de la naturaleza, excavándose y hormigonándose en el menor tiempo posible.

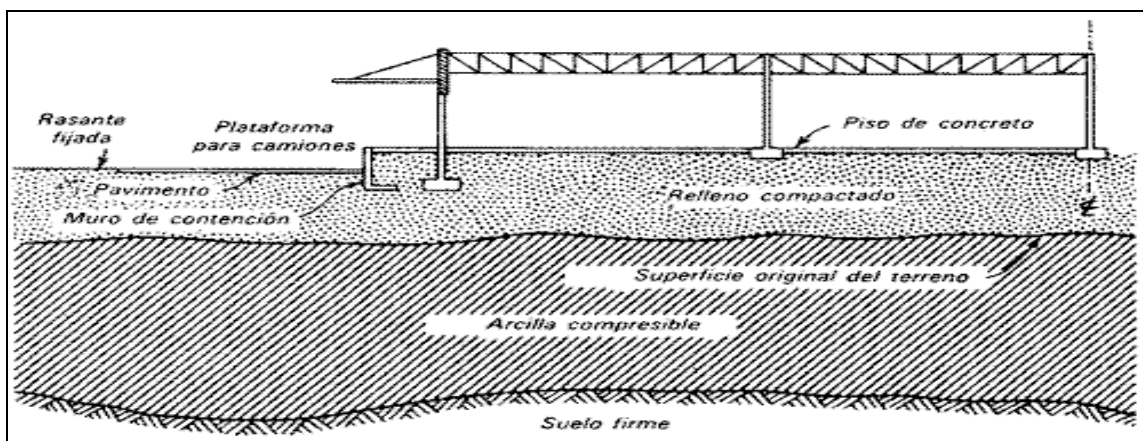


Ilustración 17. Contención de arcillas expansivas.

7.4.2.4. Procesos kársticos.

El fenómeno kárstico o las morfologías kársticas son fundamentalmente el resultado de un proceso de disolución en rocas solubles. Esta importante acción de disolución da lugar a una morfología muy típica (en superficie y en profundidad).

El mayor desarrollo del karst se produce en las rocas carbonatadas y dentro de estas son las calizas las que mejor se prestan a estos procesos de disolución, estas rocas presentan una baja solubilidad relativa por lo que el proceso de karstificación es lento, pero tienen una gran resistencia y por ello las simas y cuevas pueden alcanzar grandes

dimensiones, tanto en extensión como en profundidad. La intensidad de esta disolución depende de muchos factores entre ellas la climatología y la hidrología, así como de la sedimentología (planos de estratificación, discordancias, contactos...) y la tectónica (diacclasas, fallas).

El rasgo morfológico más característico y destacado de un paisaje kárstico son precisamente las manifestaciones exokársticas, dejando para el interior del aparato kárstico la presencia de las manifestaciones endokársticas, cavidades, cavernas, simas.

- **Tipos de manifestaciones kársticas:**

El karst es un tipo de paisaje que se encuentra en rocas carbonatadas (caliza, dolomita, mármol) o evaporíticas (yeso, anhidrita, sal de roca o halita) y que se caracteriza por una amplia gama de depresiones superficiales cerradas, un bien desarrollado sistema subterráneo de drenaje y escasez de corrientes superficiales. Las muy variadas interacciones entre procesos químicos, físicos y biológicos tienen un amplio abanico de efectos geológicos, que incluyen la disolución, precipitación, sedimentación y subsidencia del terreno.

○ **Manifestaciones exokársticas:**

Se hallan en la superficie del Karst y por ellas se produce la infiltración del agua. Las principales formas, de menor a mayor tamaño, son las siguientes:

○ **Formas cerradas:**

- **Lapiaz o lenar:** es posiblemente la forma inicial más sencilla del karst y una forma frecuente de iniciación del mismo que degenera, posteriormente en dolinas. Se presentan, generalmente, como un conjunto de pequeñas acanaladuras o surcos estrechos (desde centímetros microlapiaz hasta 1 metro megalapiaz) separadas por crestas, a menudo agudas o bien por orificios tubulares, Aparecen normalmente en superficies más o menos inclinadas y ausentes de vegetación.
- **Dolina:** son depresiones circulares o elípticas que se forman por disolución (y consiguiente pérdida de volumen) en su fase inicial, a partir de la intersección de diaclasas, generalmente a favor de los planos de estratificación, produciéndose un proceso en cadena de infiltración- disolución. Sus dimensiones varían desde unos pocos metros de diámetro hasta incluso 500 m. (Hoyo Masallo), siendo las más frecuentes de 20 a 25 m y normalmente

están rellenas en su centro por "terra rossa" o arcillas de descalcificación.

- **Uvala:** como consecuencia de la evolución de la dolina, más rápida en superficie que en profundidad- se originan, por coalescencia, las uvalas. Sus dimensiones pueden alcanzar incluso 1 Km., de diámetro. Las uvalas aumentan considerablemente la capacidad de absorción actuando como verdaderas zonas colectoras de agua en mayor escala que las dolinas.
- **Poljes:** son las formas superficiales más evolucionadas y de mayor tamaño así como de absorción kárstica. Son unas depresiones endorréicas de fondo plano. Normalmente presentan una disposición alargada (largo más del doble que la anchura) y vienen condicionadas por fracturas importantes. Se considera una longitud de 2 km., el límite a partir del cual es un "polje" y no una "uvala".
- **Valles profundos:** son valles cuyo curso de agua superficial desaparece en un sumidero kárstico, presentando fisonomía en "fondo de saco". Normalmente se adaptan a fracturas determinadas.

○ **Formaciones abiertas:**

- **Simas:** son las cavidades verticales, condicionadas bien por fracturas de este tipo, en las que la disolución y erosión ha alcanzado profundidades importantes de hasta 1000 m, o bien por el hundimiento de una dolina, de ahí que normalmente se hable de simas tectónicas y simas de hundimiento. Según su forma se habla de simas lenticulares, cilíndricas o elípticas.
- **Ponors:** son los puntos de absorción en una dolina, uvala o polje y a veces se trata de poner-sima.
- **Cuevas, grutas y cavernas:** constituyen los conductos de circulación subterránea, actual o pasada, libre o forzada. Pueden alcanzar hasta decenas de kilómetros y es frecuente en ellas los conductos secundarios ramificados a modo de laberinto. En ellas aparecen con frecuencia sifones o lagos.
- **Surgencias:** son los manantiales de pequeño caudal, de alimentación alóctona y de tipo intermitente. Son producto de una diaclasa que actúa como colector del agua que discurre por la superficie y es interceptada por la diaclasa. Cada manantial de este tipo tiene una cota de salida diferente e independiente.

- **Exurgencias:** son de mayores caudales, proceden de aguas colectoras del aparato kárstico y son de tipo permanente, aunque con fuertes fluctuaciones estacionales en el caudal.

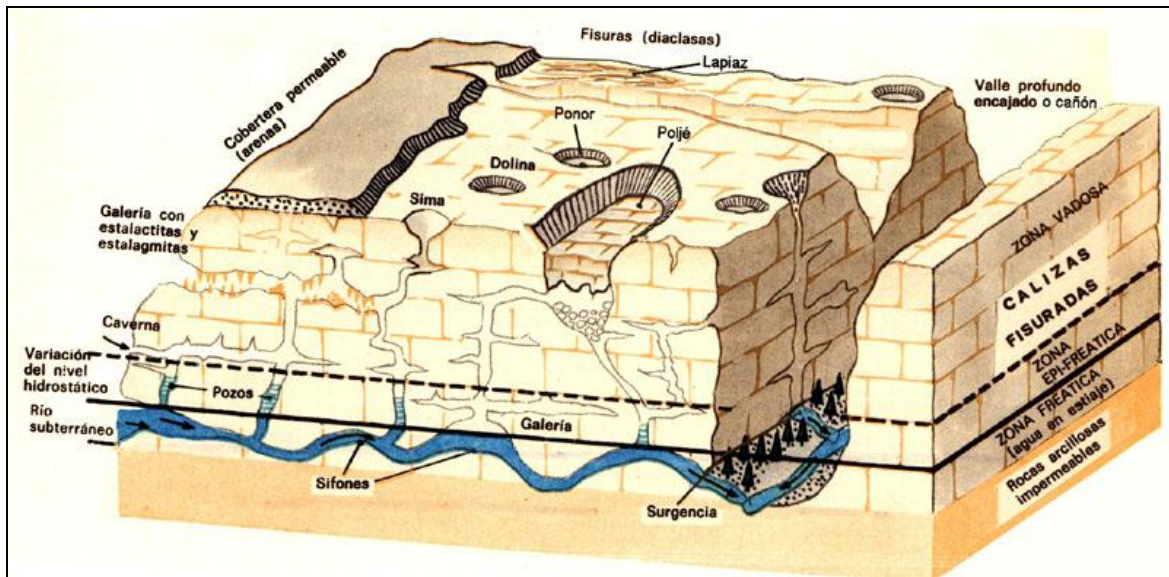


Ilustración 18. Aparato kárstico.

- **Peligros relacionados con los procesos kársticos:**

El medio kárstico constituye un caso específico en la problemática de los riesgos geológicos. Son sustratos calizos en continua evolución, como consecuencia de la búsqueda de un equilibrio geomecánico entre los procesos de disolución, precipitación, erosión, sedimentación, gravitatorios, etc. Los riesgos más habituales en este tipo de sustratos son los asentamientos, las subsidencias y los hundimientos.

- **Prevención ante fenómenos kársticos:**

- Delimitarán aquellas zonas de mayor peligro de generación de dolinas.
- Evitarse la edificación y el trazado de infraestructuras y conducciones.
- Si se desea construir edificaciones o infraestructuras en las zonas con elevada peligrosidad potencial (es decir zonas próximas a áreas identificadas como kársticas o en las que confluyen diversos factores que pueden causar el desarrollo de dolinas), será preciso realizar estudios de detalle que permitan zonificar y valorar la presencia y distribución de posibles focos de hundimiento no manifestados claramente en superficie.

- Si no puede evitarse construir en este tipo de zonas, diseñar cimentaciones profundas (pilotajes) adecuadas a la peligrosidad de cada caso.
- El riesgo habrá de ser minimizado (para un plazo de tiempo razonable de acuerdo con la durabilidad de la estructura)

BLOQUE II. RIESGOS GEOLOGICOS EN CASTILLA Y LEON.

1. Medio físico de Castilla y León.

1.1. Clima

El clima de Castilla y León constituye una unidad claramente definida, con variaciones importantes debido a las diferencias de cotas de unas zonas a otras, a la orientación de los valles de los ríos y al resguardo provocado por los bordes montañosos que la rodean.

Las precipitaciones más copiosas se producen con vientos del sudoeste, ya que la región está abierta a los vientos abregos del Atlántico, mientras que las perturbaciones frontales procedentes del noroeste no dejan mucha precipitación, debido a que la Comunidad de Castilla y León se encuentra a sotavento de cordilleras y montañas de considerable elevación. Así los vientos del noroeste dejan sus lluvias en los montes de León con un marcado mínimo pluviométrico en la “sombra orográfica” del área de Salamanca y Zamora con menos de 400 mm.

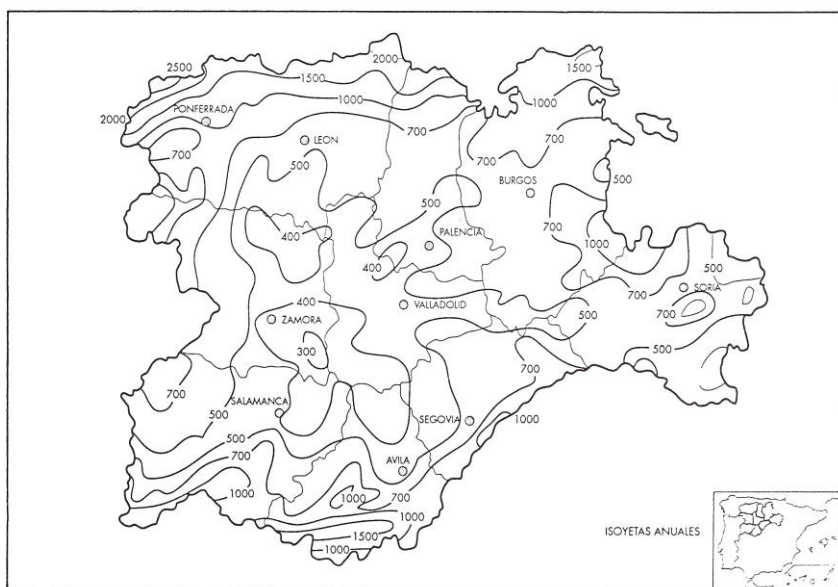


Ilustración 19. Mapa de isoyetas en Castilla y León.

En cuanto a la temperatura con una media anual ligeramente superior a los 11° y una amplitud anual cercana a los 18°-20°, presenta caracteres determinados por los bajos índices del invierno y la moderación de los valores estivales. Los inviernos son largos y con bajas temperaturas y los veranos breves y moderados.

La **temperatura mínima** en el mes de Enero en casi toda la Comunidad está por debajo de los 0°C, salvo en la mitad oeste de la provincia de Zamora y los tercios Norte y Sur de la de Salamanca donde los valores de las temperaturas mínimas medias de este

mes rondan los 4°C. Las **temperaturas máximas** se dan en el mes de Julio y al Sur de la provincia de Ávila donde estas temperaturas rebasan los 34°C, mientras que en la parte central de la Meseta se registran valores de 28° y 30° que son los más frecuentes en las capitales de provincia de la Comunidad.

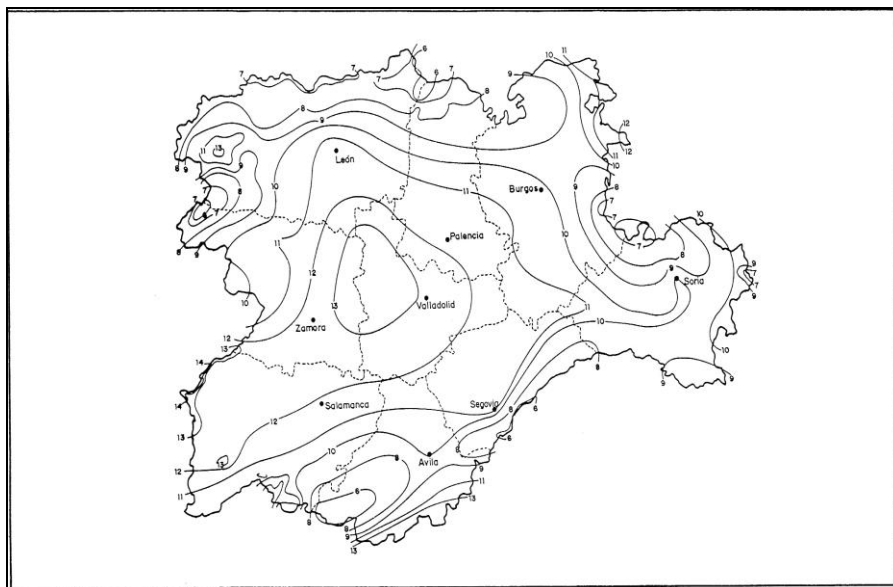


Ilustración 20. Mapa de isotermas en Castilla y León.

Los valores más bajos, del orden de 20°C a 22°C de temperatura máxima media se dan en áreas próximas a la Sierra de los Ancares y en general de las zonas más al Norte que se corresponde en los relieves de la Cordillera Cantábrica.

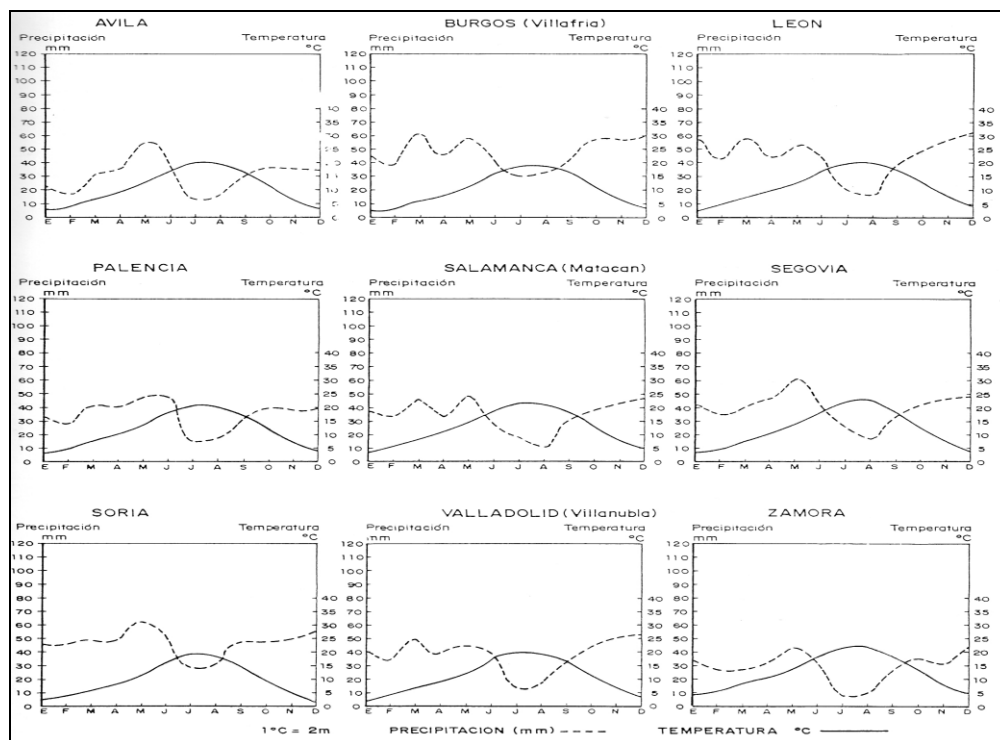


Ilustración 21. Diagramas ombrotérmicos provinciales.

1.2. Red hidrográfica.

La red hidrográfica Castellano-leonesa la componen cuatro cuencas, aunque es la del Duero la que caracteriza y condiciona toda la Comunidad. Las otras tres restantes son según su importancia, la Cuenca Norte, que mayormente drena todo el Bierzo, la del Ebro que sobreexcava páramos calizos del Norte de Burgos, y por último, la Cuenca del Tajo al Sur de las provincias de Ávila y Salamanca.

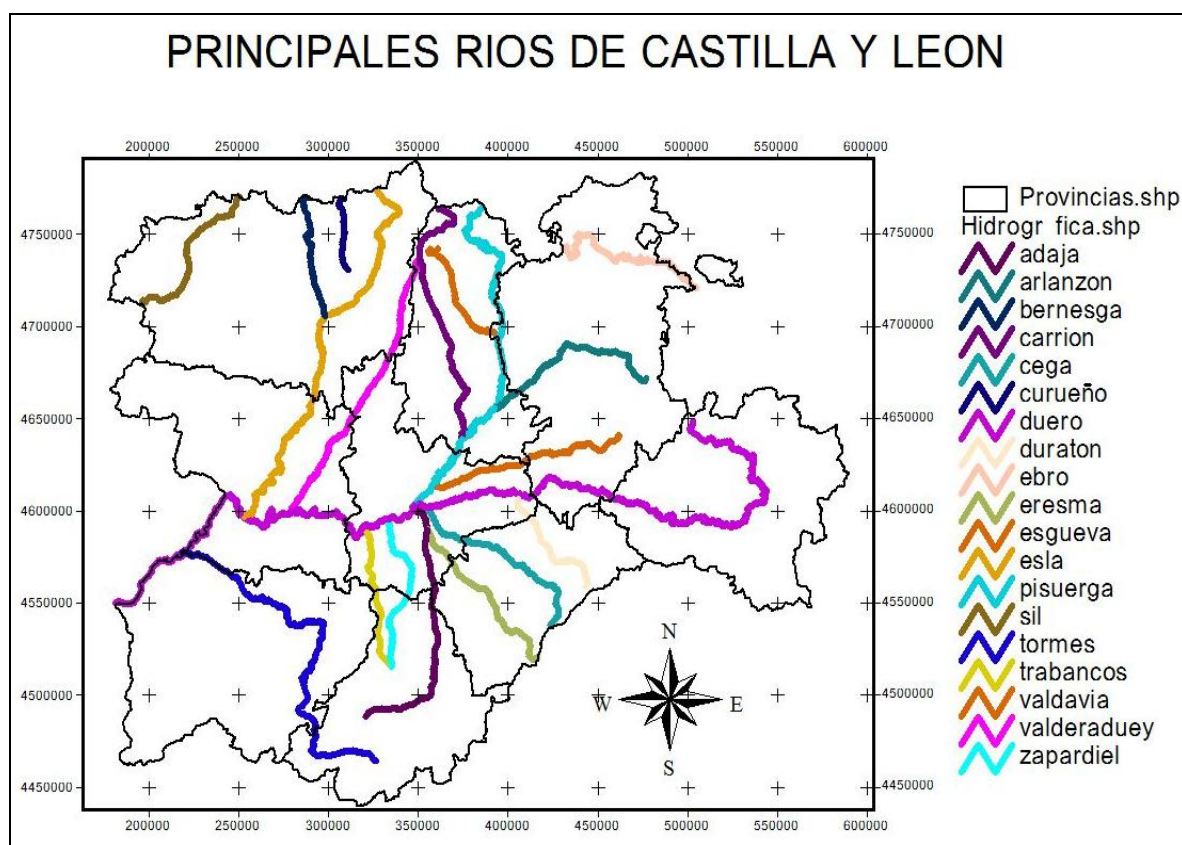


Ilustración 22. Principales ríos de Castilla y León.

- Cuenca del Duero.

Ocupa aproximadamente el 82% de toda la comunidad e incluye en su red a todas las capitales de provincia.

Tanto el Duero como sus afluentes principales son heterogéneos en cuanto a su régimen, ya que en sus fuentes al pie de grandes relieves (Sistema Central, Cordillera Cantábrica, Picos de Urbión, etc.) el régimen es pluvionival y a medida que se adentran en la Meseta este cambia hasta ser únicamente pluvial. Una característica importante de esta cuenca es la irregularidad de los caudales siendo frecuentes las avenidas de Diciembre a Marzo.

La cuenca del Duero tiene un superávit hídrico respecto a las necesidades de población (6.625 m³/hab/año) frente a la media española (3.180 m³/hab/año).

[illegible]

- **Cuencas hidrográficas periféricas.**

Dentro de la Cuenca Norte destaca el Sil que drena el Noroeste y Oeste de la provincia de León. En su tramo alto presenta un régimen “nival”, transformándose en nivopluvial o pluvionival a medida que discurre.

{ 52 }

La cuenca del Tajo ocupa aproximadamente 4000 km² y se articula a los derrames que proceden de las Sierras de Gredos, Sierra de Béjar, Sierra de Francia y parte de la Sierra de Gata. Las abundantes aguas de estas sierras confieren a los ríos un caudal aceptable aunque con cierta irregularidad interanual.

1.3. Vegetación y usos del suelo.

La vegetación natural de Castilla y León se encuentra fuertemente alterada debido al impacto producido por la acción antrópica. Tanto en la cuenca sedimentaria como en la montaña las especies autóctonas características han sido sustituidas por cultivos, pastizales o repoblaciones de coníferas.

En las campiñas arcillosas, de vocación agrícola, predominan los cultivos de cereales, así como de girasol y de viñedo, conformando el paisaje típico de la Tierra de Campos y de las campiñas del Sur (La Armuña, Campo de Peñaranda y Tierra de Arévalo). El secano es sustituido en algunas zonas por regadío (vegas de los ríos Duero, Carrión, Pisuerga, Tormes, Orbigo y Esla principalmente). En la actualidad, el regadío ocupa aproximadamente el 10% de las tierras cultivadas y se dedica fundamentalmente a la obtención de remolacha azucarera, aunque también son frecuentes los cultivos de patata, de plantas forrajeras y de lúpulo en la provincia de León.

Sobre suelos más sueltos y arenosos se hacen frecuentes los pinares de pino piñonero y negral o resinero; caracterizan la Tierra de pinares segoviana, Soriana y vallisoletana y son explotados comercialmente; el primero para la obtención de piñones y el segundo, actualmente en franca regresión, para la extracción de resina.

Las penillanuras, dada su menor aptitud para el cultivo, se hallan dominadas por bosques adehesados de encina (*Quercus rotundifolia*) acompañadas por otros robles como el quejigo (*Q. faginea*) y el alcornoque (*Q. suber*). Se extienden por las comarcas de Sagayo en Zamora y Ledesma y Ciudad Rodrigo en Salamanca; dedicándose al aprovechamiento forestal y ganadero, fundamentalmente de ganado bravo.

En los páramos encontramos matorrales, pinares y algunos cultivos de carácter marginal. Sobre los calcáneos, situados en las provincias de Burgos, Palencia, Valladolid y Soria (Cerrato, Páramo de Castrojeriz, Lomas de Hizan, etc.) destacan como especies forestales el Guerigo y al encina, acompañadas por plantas de porte arbustivo. En cambio, en los silicios se hace dominante, como especie exigente de suelos ácidos, el rebollo (*Quercus pyrenaica*); concretamente en la Penillanura de Carballada, fosa de Ciudad Rodrigo, Campo de Vitigudino y páramos de Riaza, Astorga y detríticos de León y Palencia.

Hay que destacar la presencia en los lugares más desfavorecidos de los enebros (*Juniperus communis* y *Juniperus oxycedrus*) y la sabina albar (*J. thurifera*), en concreto, en Burgo de Osma, Sierra de Cabrejas (Cordillera Ibérica), Serrezuela de Pradales y Macizo de Sepúlveda.

Conforme ascendemos en altura se produce una sustitución natural (cliserie) de bosques a lo largo de las cadenas montañosas que rodean la región. Se trata de comunidades, en algunos casos bien conservadas, que definen paisajes de gran valor ecológico y paisajístico (Picos de Europa, Lago de Sanabria, Fuentes Carrionas, Las Batuecas, Los Ancares Leoneses, Sierras de la Culebra, Demanda, y Gredos, Picos de Urbión, etc.).

En altitudes medias (menores de 1.200m,) se encuentran encinares, quejigares y sabinares. Entre los 1.000 y 1.600 metros aparecen los rebollares, los castaños (Castanea sativa) y los robledales de Quercus petraea; aunque frecuentemente sustituidos por las etapas subseriales (piornales y brezales).

Por encima de los 1.400 m. se encuentra el dominio del hayedo (*Fagus Sylvatica*), representante del mundo eurosiberiano. En la actualidad, así como las otras especies forestales, en franca regresión por el avance propiciado por el hombre del pinar, en particular del pino laricio (*Pinus nigra*) y el pino silvestre o albar (*P. sylvestris*), para su aprovechamiento forestal.

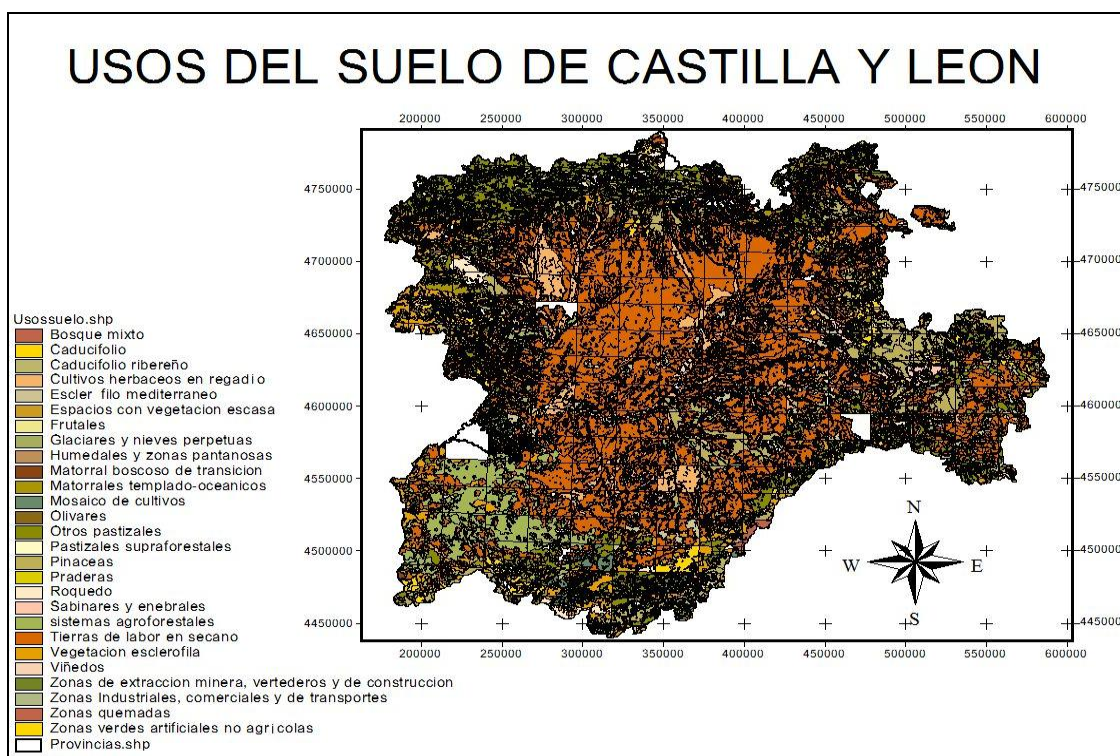


Ilustración 24. Usos del suelo en Castilla y León.

En cuanto a los cursos fluviales la vegetación riparia está formada por las alisedas (*Alnus glutinosa*) y saucedas (*Salix sp.*) en los tramos altos y las alamedas y choperas (*Populus sp.*) en los más bajos. En zonas con tramos encajados cercanos al mar la influencia oceánica y la situación de abrigo permiten el asentamiento de vegetación más termófila; dándose cultivos de vid, olivo, almendro, frutales y vegetación natural con alcornoque (*Quercus suber*), madroño (*Arbustus unedo*) y otras especies típicamente mediterráneas.

A continuación se incluyen dos tablas que describen la distribución de los distintos usos y formaciones arbóreas en la Comunidad de Castilla y León.

USOS	Superficie	Porcentaje
Tierras de cultivo	4.097.700	43,60
Prados y pastizales	1.586.600	16,90
Terreno forestal	2.204.000	23,40
Otras superficies	1.512.500	16,10
TOTAL	9.400.80	100,00

TIPOS DE MONTE	Superficie	Porcentaje
Monte alto y medio	600.650	35,00
Monte hueco	250.014	15,26
Monte bajo	650.020	34,47
Riberas	37.168	1,97
Repoblaciones	287.808	13,25
TOTAL	1.885.660	100,00

Los usos urbanos (residenciales, industriales, etc.) se caracterizan por su dispersión espacial; aunque, la población y por consiguiente la intensidad del uso se concentra en los núcleos más dinámicos: capitales de provincia y municipios como Ponferrada, Miranda de Ebro, Aranda de Duero, Guardo, Venta de Baños, Median del Campo, etc. Dentro del ámbito industrial adquieren gran importancia las actividades extractivas. En este sentido, destacan la extracción de carbón en las cuencas leonesa y palentina; de minerales uraníferos en la penillanura salmantina; y de petróleo en las loras burgalesas. Así mismo, deben mencionarse, por la superficie ocupada, los embalses, en los que su actividad se orienta, fundamentalmente, a la explotación hidroeléctrica y se

encuentran localizados en la periferia montañosa leonesa y palentina y en el límite con Portugal de las provincias de Zamora y Salamanca.

1.4. Geología.

- Introducción

Castilla y León se extiende sobre una plataforma de altura próxima a los 800 m., a la que cerca un cinturón más elevado, formado por las montañas Galaico-leonesas en el Noroeste, la Cordillera Cantábrica en el Norte, las montañas Iberosorianas al Este y el Sistema Central al Sur. Todo este cinturón montañoso está atravesado por depresiones y estrechos corredores longitudinales y transversales, formando una red de pasillos que comunica la meseta hasta con nueve regiones diferentes, además de Portugal.

El conjunto de la Comunidad acomoda sus límites a esta región natural, desbordada tan sólo en tres puntos: al Este por la provincia de Soria, al Noroeste por el corredor de la Bureba, que en el Condado de Treviño llega a rebasar el Ebro, y al Sur, donde la provincia de Ávila se adentra en la Cuenca del Tajo.

Este es el aspecto morfológico que presenta la región Castellano-leonesa, consecuencia de una natural evolución geológica que se caracteriza por la acción de dos Orogenias:

- La Hercínica, que se manifiesta en la segunda mitad del Paleozoico.
- La Alpina que lo hizo en el Terciario.

- Geomorfología

Según sus rasgos geomorfológicos, en Castilla y León podemos distinguir tres estructuras diferentes:

Las penillanuras del Macizo Hercínico arrasado se encuentran en la zona occidental de la Meseta en el Oeste zamorano y salmantino. En esta zona los empujes Alpinos seguirán la superficie pleniplanada y el zócalo Paleozóico constituido por granito, pizarras, grauvacas, según las zonas. El zócalo se encuentra entre cotas de 800 y 1.000 metros está afectado por numerosas fracturas, que normalmente condiciona la disposición de la red fluvial. Dentro de esta unidad geomorfológica encontramos otras tres subunidades.

- Campo Charro, al Sur de Salamanca donde encontramos cuarcitas.
- Fosa de Ciudad Rodrigo, que está rellena de sedimentos Terciarios.
- Penillanuras del Noroeste zamorano, con altitudes medias de 900 metros.

La llanura sedimentaria de la Depresión Terciaria, es la más identificada con el paisaje castellano, se encuentran sobre los materiales que rellenan la cuenca y en ella se distinguen:

- Páramos
- Campiñas
- Valles

El relieve montañoso periférico.

Lo encontramos alrededor de plataforma Castellano-leonesa que integran las plenillanuras y la llanura sedimentaria. Los espacios hundidos o vaciados pueden tener un origen tectónico como las fosas, o erosivo como los valles encajados. La longitud del dominio montañoso es de cientos de kilómetros y sus altitudes oscilan entre 1.500 y 2.500 metros.

- **Estratigrafía.**

En la región Castellano-leonesa encontramos materiales que abarcan desde el Precámbrico hasta el Cuaternario reciente. A continuación se desarrolla un esquema de los materiales que se formaron en cada época:

- **Precámbrico.** Son los materiales más antiguos principalmente se trata de pizarras y grauvacas. Las encontramos al Noroeste de Zamora.
- **Paleozoico.** Estos materiales presentan diferentes litologías:
 - Granito-gneis en la Cordillera Central y penillanura zamorano-salmantina.
 - Esquistos grauváquicos formados por cuarcitas y calizas, los encontramos en la zona occidental de la Cordillera Cantábrica, Monte de León, Sierra de la Culebra, Sierra de Gata y de Francia y Sierra de la Demanda y Moncayo entre otras.
 - Calizas y areniscas del Devónico y Carbonífero aparecen en el sector central de la Cordillera Cantábrica.
- **Mesozoico.** Los materiales que comprende son principalmente de origen sedimentario como calizas, dolomías, margas, arcillas, conglomerados y areniscas. Los encontramos en el sector oriental de la Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, y en sector oriental de la Cordillera Central en Segovia principalmente.

- **Cenozoico o Terciario.** Comprende los materiales que afloran más extensamente dentro de la comunidad Castellano-leonesa y está formado por diferentes litologías:
 - Encontramos conglomerados, areniscas y arcillas dentro del Paleógeno en Tierra del Vino y en la Armuña.
 - Del Mioceno encontramos en la zona central de la Meseta margas, yesos, calizas, areniscas y arcillas.
 - El Plioceno aflora en páramos y mesetas y el principal material que encontramos es la cuarcita.
- **Cuaternario.** Está compuesto principalmente por arenas, limos y arcillas que son generalmente sedimentos procedentes de la acción de la red fluvial del Duero. Estos materiales los podemos encontrar en terrazas, depósitos aluviales y en arenas de pinares.

- **Tectónica**

Como se ha mencionado antes, Castilla y León presenta una gran unidad de llanuras y un dominio montañoso periférico.

Las llanuras se caracterizan por la posición horizontal y subhorizontal de sus materiales. En algunos lugares encontramos grandes hundimientos formados en el Paleozoico muy plegados y rellenos de sedimentos, del Mesozoico y del Cenozoico.

En el dominio montañoso periférico se diferencian varias unidades.

- Límite Norte y Nordeste de la cuenca en el que encontramos:
 - Montañas galaico-leonesas (tectónica hercínica)
 - Macizo asturiano que han sufrido dos deformaciones, una en el Hercínico y otra en el Terciario.
 - Sector oriental en el que se reflejan procesos tectónicos como plegamientos de fracturas y diapiros.
- Borde Oriental. La cordillera Ibérica. Consiste en un gigantesco abombamiento del zócalo y de la cobertura mesozoica durante el Terciario.
- Cordillera Central. Consiste en una sucesión de grandes bloques macizos, desnivelados por fallas, en un zócalo muy rígido y cristalino fundamentalmente de granitos y gneises.

- Hidrogeología.

En Castilla y León hay terrenos pertenecientes a las cuencas del Miño, ríos de la vertiente cantábrica, Ebro y Tajo, pero el Duero es el gran río de la Meseta. Su cuenca está formada por una altiplanicie y por un perímetro montañoso. Este perímetro montañoso forma la divisoria con el resto de cuencas hidrográficas que encontramos en la comunidad de Castilla y León.

La Meseta Central constituye una gran cubeta de origen tectónico formada a finales del Mesozoico, y que fue rellenándose desde principios del Terciario con materiales detríticos, permeable y semipermeables, en ocasiones también podemos encontrar materiales evaporíticos como margas, yesíferas y calizas del páramo.

En lo referente al perímetro montañoso, en el Sistema Central, Montes de León y Cordillera Cantábrica encontramos abundantes materiales impermeables, aunque a veces se intercalan formaciones calizas permeables como ocurre en la Cordillera Cantábrica. Por otra parte, en el sector Este y Noroeste correspondiente a la cordillera ibérica abundan los materiales Mesozoicos permeables como por ejemplo calizas y dolomías.

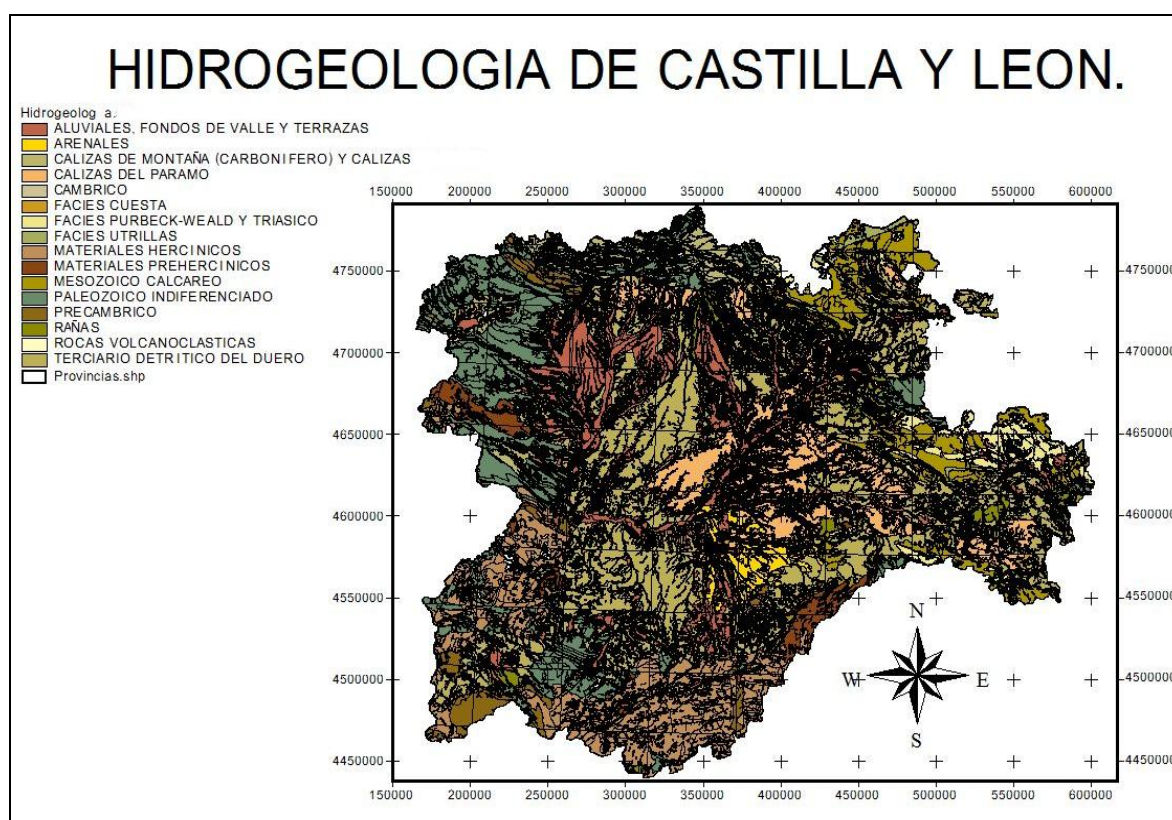


Ilustración 25. Hidrogeología de Castilla y León.

También es importante mencionar la presencia de un sistema subterráneo formado por siete acuíferos situados en diferentes puntos de la cuenca del Duero.

En cuanto a las cuencas hidrográficas periféricas constituyen aproximadamente el 18% de la superficie regional quedando la red fluvial englobada en las cuencas del Norte, del Ebro y del Tajo.

Castilla y León es una comunidad autónoma con importantes recursos hídricos dado que la pluviometría es normalmente alta.

2. Riesgos geológicos en Castilla y León.

En este apartado se va tratar los riesgos más característicos que encontramos en la comunidad de castilla y León y sus lugares de mayor ocurrencia.

2.1. Peligros ligados a la geodinámica interna.

2.1.1 Terremotos

El riesgo sísmico que se asigna a una determinada zona es el resultado del estudio de los efectos producidos por los terremotos ocurridos en dicha zona: de esta historia sísmica depende la determinación del terremoto tipo que presumiblemente puede afectar una estructura determinada. El estudio puede realizarse mediante análisis determinístico o probabilístico y en ambos casos, es necesario conocer las leyes de atenuación de la intensidad con la distancia. Estas variaciones se deducen del comportamiento de la intensidad sísmica en los diferentes mapas de isosistas que pueden analizarse para una región.

En Castilla y León, sólo hay que destacar la influencia de terremotos lejanos, como por ejemplo el de Lisboa de 1755, que en esta Comunidad alcanza intensidades comprendidas entre 4,5 y 5,5 de la escala Richter. Este seísmo, según el Catálogo de Isosistas, tiene localizado su epicentro al SO del Cabo de San Vicente y alcanzó una intensidad máxima de 7 en la misma escala.

El Catálogo General de Isosistas también incluye el Mapa de Epicentros Históricos a los que clasifica en tres grupos, según intensidades. En toda la Región solo existen catalogados tres epicentros:

FECHA	LONGITUD	LATITUD	LOCALIZACIÓN	I. MAX
10 de febrero de 1961	06-11,8 O	41-43,5 N	Zamora	5,5
03 de septiembre de 1961	02-05,0 O	41-56,0 N	Aguilar del Río Alhama (Soria)	6,2
18 de diciembre de 1966	03-18,0 O	43-56,0 N	Embalse de Ordunte (Burgos)	5,5

EPICENTROS HISTÓRICOS DE CASTILLA Y LEÓN.

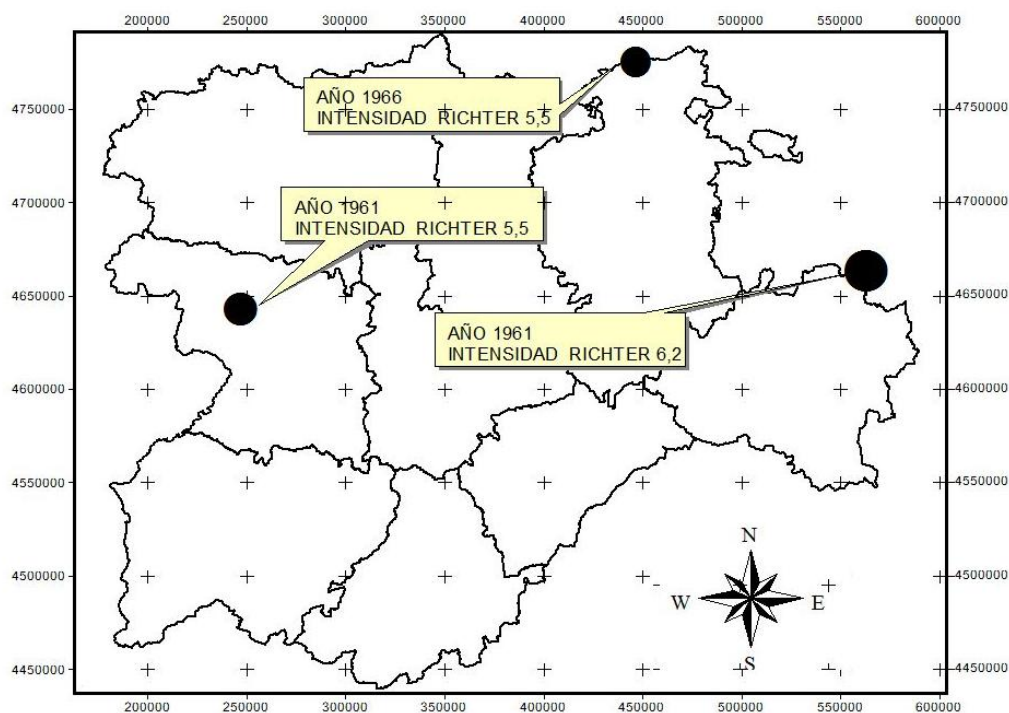


Ilustración 26, Epicentros históricos en castilla y León.

2.2. Peligros ligados a la geodinámica externa.

2.2.1 Movimientos del terreno.

Ante la imposibilidad de realizar una cartografía precisa y un estudio detallado del comportamiento de las distintas formaciones que afloran en Castilla y León, debido por una parte a la propia escala del trabajo y por otra a la infinidad de formaciones existentes (cada una con sus propias características geotécnicas y estructurales) se han clasificado las áreas inestables en tres grandes grupos:

- Áreas con deslizamiento en formaciones blandas.
- Áreas con desprendimientos en formaciones rocosas.
- Áreas con desprendimientos y deslizamientos.

Estas áreas que abarcan casi un 20% de la superficie total de la Comunidad, se distribuyen de forma heterogénea por todo el territorio, pero hay que reseñar que normalmente coinciden con zonas montañosas o relieves de altas pendientes y que más de un 80% de esta superficie se sitúa al norte del río Duero.

- Las áreas con deslizamientos en formaciones blandas, están constituidas fundamentalmente por arcillas, limos y arcillas limoarenosas con propiedades geotécnicas variables. Los afloramientos más significativos se localizan en la Cuenca del Bierzo, al Norte de León, Noroeste de Benavente, Norte y Noroeste de Palencia y Noreste de Valladolid.
- Las áreas con desprendimientos en formaciones rocosas se caracterizan por poseer altas pendientes y encontrarse en macizos rocosos afectados por una intensa fracturación. Se pueden encontrar en los Arribes del Duero y en afloramientos poco extensos de Ávila, Segovia, Soria y el Norte de Burgos.
- Las áreas con desprendimientos y deslizamientos ocupan la mayor extensión de las zonas calificadas como inestables, dentro de estas zonas encontramos una gran heterogeneidad estructural, litológica y geomorfológica y se dan casi todos los tipos de fenómenos gravitacionales. No obstante las inestabilidades más representativas son:
 - Desprendimientos y deslizamientos en los páramos de las provincias de Segovia, Valladolid, Palencia y León.
 - Deslizamiento de coluvial mayormente en zonas de montaña.

- Al Norte y Noroeste de la provincia de León aflora una serie paleozoica muy fracturada constituida por pizarras ordovicias.
- Desprendimientos de fragmentos rocosos sueltos en avalanchas típicos de los grandes relieves y en astilla y León se dan en algunas zonas de Gredos y de la Cordillera Cantábrica, principalmente en la provincia de León.
- Al Norte y Noroeste de Burgos son frecuentes los deslizamientos rotacionales en suelos que pueden llegar a poner en movimiento varios miles de m³ como ocurrió en Reinoso de Bureba en 1988.

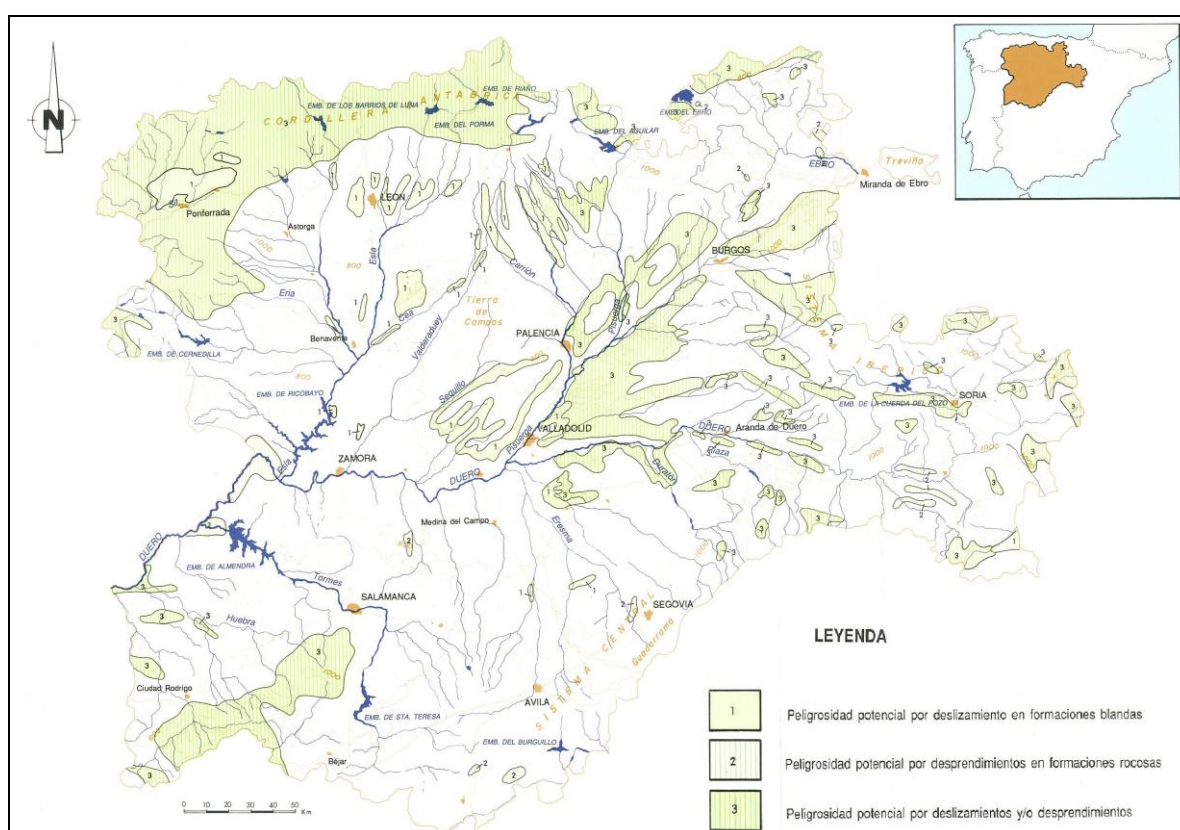


Ilustración 27. Mapa de riesgo por movimientos de ladera en Castilla y León.

2.2.2 Inundaciones.

A pesar de que geográficamente las comunidades de Valencia, Murcia, Cataluña, País Vasco, Andalucía, Cantabria y Asturias son las zonas más afectadas por las inundaciones, no hay que olvidar que en el resto de las comunidades también existen y que puntualmente pueden existir riesgos importantes en toda obra que se realice sobre cualquier río. Castilla y León no es ajena a esta problemática, basta con recordar

que la inundación producida por el desbordamiento del río Duero en 1909 se calificó en su momento como la mayor de Europa.

Como ya se ha comentado, en la comunidad castellano-leonesa hay cuatro cuencas hidrográficas siendo la Cuenca del Duero, con más del 80% de la extensión la más representativa. Hay además presencia de lagunas endorreicas, que se sitúan en la llanura castellana sin posibilidad de desagüe, siendo el ecosistema de las lagunas de Villafáfila, en las proximidades de Benavente, el más representativo. En estas zonas no existe actualmente riesgo por inundaciones.

Según el comportamiento y régimen de alimentación, se distinguen dos tipos de afluentes en el río Duero. Unos con abundantes caudales, que nacen a una altitud considerable y con un alto nivel de innivación que los condiciona como ríos pluvionivales (Esla, Pisuerga, Tormes, Adaja, Eresma, Orbigo, Tuerto, Carrión y Cea fundamentalmente). Por otro lado los afluentes de régimen estacionario, que nacen a menor altura y dentro de la cuenca detrítica terciaria con materiales con alto nivel de permeabilidad; dentro de éstos se encuentran los ríos Sequillo, Valderaduey, Guareña, Trabaños y Zapardiel en los que las causas de las inundaciones son distintas a las anteriores.

La Comisión Técnica de Inundaciones de la Comisión nacional de Protección Civil ha identificado 1.400 puntos conflictivos y los ha dividido en cuatro categorías o clases. La conflictividad ha sido determinada en función de las personas que se han visto afectadas en cada inundación, de la frecuencia de las avenidas y de la extensión afectada. Estas cuatro clases son:

- Clase 1: periodo de retorno de la avenida 100 años, daños graves para las personas y para la zona afectada.
- Clase 2: periodo de retorno de la avenida de 500 años, daños graves en personas y para la zona afectada.
- Clase 3: periodo de retorno de la avenida 100 años, daños graves sólo en la extensión afectada.
- Clase 4: periodo de retorno de la avenida 500 años, daños graves solo en la extensión afectada.

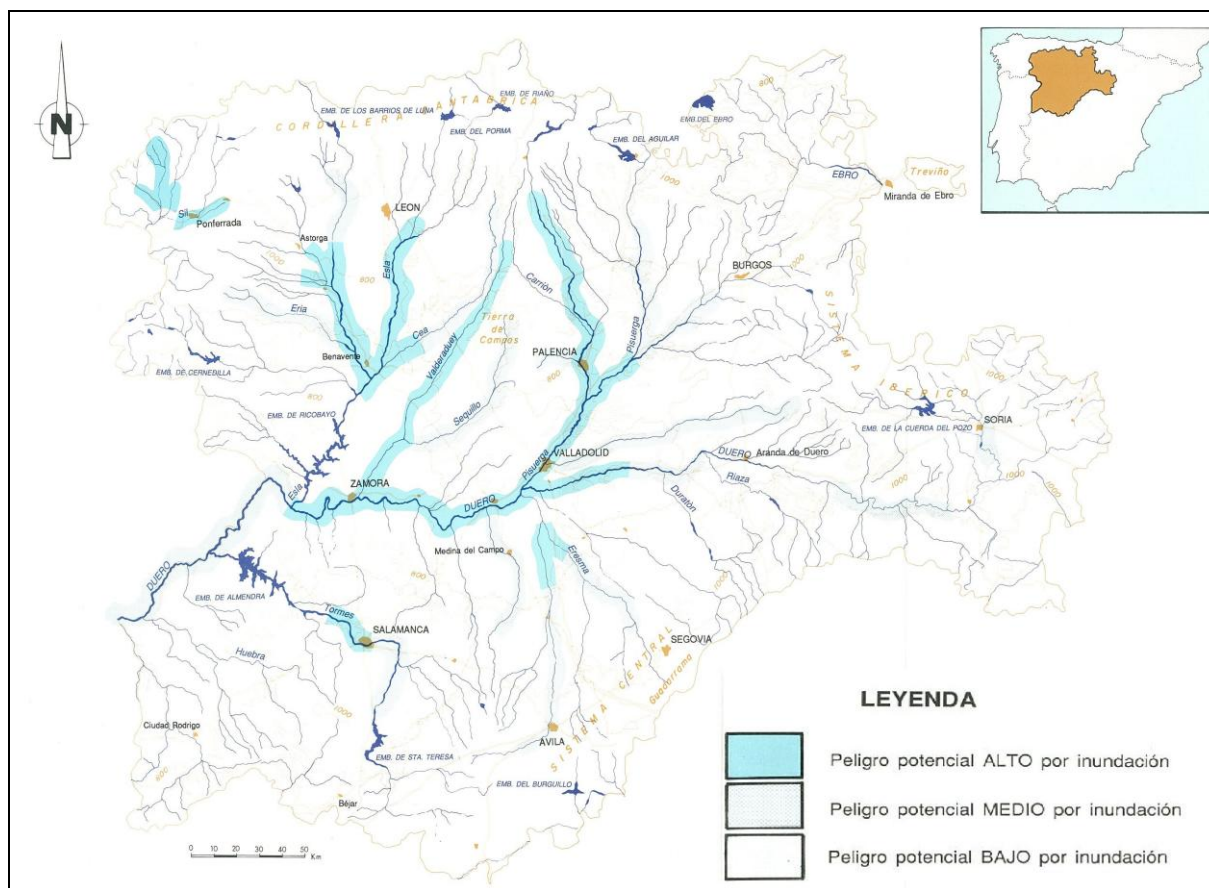


Ilustración 28. Mapa de riesgos por inundaciones en Castilla y León.

2.2.3 Karst.

La repercusión de los riesgos ligados al Karst no es comparable con la de otros riesgos debido sobre todo a que el riesgo Kárstico está casi siempre muy localizado, sin llegar a afectar a grandes áreas, y siendo sólo significativo cuando afecta a núcleos urbanos o vías de comunicación.

Aunque la localización en Castilla y León de los terrenos kársticos o potencialmente karstificables (rocas carbonatadas y evaporíticas esencialmente), se reduce fundamentalmente a su mitad oriental, las principales regiones kársticas existentes son: la Cornisa Cantábrica, la Cordillera Ibérica, la Depresión del Duero y el Macizo Hespérico.

En la Cordillera Cantábrica destaca, dentro de las rocas carbonatadas, el karst de los Picos de Europa, donde, los 1.000 metros de potencia de las calizas carboníferas y la superposición de diversas escamas cabalgantes hacen posible la existencia de cavidades con más de 1.000 metros de profundidad. La morfología exokárstica la configuran extensos lapiaces desnudos, profundas gargantas y numerosas depresiones kársticas.

El borde meridional de la Cordillera Cantábrica encierra relevantes sistemas kársticos, desde el Norte de León (Cueva de Valporquero y Hoces de Vegacervera), hasta el Norte de la provincia de Burgos (complejo de Ojo Guareña). También hay que mencionar el modelo kárstico en Las Loras y los sedimentos mesozoicos calcáreos entre el Alto Campoo y la depresión de Miranda de Ebro.

En depresiones de la Cordillera Ibérica aparecen distintos ejemplos de karsts en yesos, aunque con poca extensión y desarrollo, y de karsts en sales en puntos aislados.

En la depresión del Duero aparecen extensas formaciones evaporíticas horizontales o subhorizontales, en general poco potentes pero con abundante desarrollo del proceso kárstico.

El borde norte del Sistema Central que conforma el límite de la Depresión del Duero conserva afloramientos carbonatados con notables sistemas kársticos, siendo el más importante el Cañón del río Duratón, en Segovia.

En rocas detríticas, los sistemas más importantes se desarrollan en conglomerados carbonatados paleógenos en la región de enlace de la Depresión del Duero con la del Ebro.

En el Macizo Hespérico, los sistemas kársticos son escasos y aislados, reducidos a los pocos afloramientos de calizas paleozoicas existentes. Un ejemplo notable es la Cueva del Águila, en Ávila.

En el mapa adjunto se observa que las formaciones karstificadas se concentran fundamentalmente en zonas montañosas, zonas que por otra parte presentan menos densidad de asentamiento y población y en consecuencia menor riesgo por hundimientos kársticos.

La existencia de estos terrenos kársticos o potencialmente karstificables, ha sido el fundamento empleado en la confección de las zonas con peligrosidad por hundimientos kársticos. De todos ellos se han discriminado aquellas formaciones poco o casi nada karstificadas o que localmente presentan algún sistema kárstico aislado. En los terrenos sí incluidos, se han diferenciado distintas intensidades de karstificación, asignándolas diferentes grados de peligrosidad.

Se distinguen tres grados de riesgo en Castilla y León (no hay presencia de riesgo de expansividad alto a muy alto). En función de la expansividad, que se globaliza para formaciones arcillosas con características similares obtenemos las unidades cronológicas siguientes:

- Edad Geológica:
 - i. Neógeno
 - ii. Paleógeno
 - iii. Mesozoico
 - iv. Paleozoico
- Litologías:
 - a. Arcillas masivas
 - b. Arcillas con finos y arenas, ocasionalmente gravas.
 - c. Arcillas con carbonatos.
 - d. Arcillas con sulfatos, con o sin carbonatos.
 - e. Arcillas con arenas y carbonatos y/o sulfatos.
 - f. Arenas, ocasionalmente gravas, limos y arcillas subordinadas.

En Castilla y León no afloran arcillas paleozoicas, mientras las de la edad mesozoica están representadas puntualmente al Norte de las provincias de Palencia, Burgos y Soria, estando ocupado más del 90% de los afloramientos del territorio por arcillas terciarias, y dentro de éstas por las de edad Neógeno que son además las que presentan mayor riesgo de expansividad.

En cuanto a las unidades litológicas, sólo se encuentran representadas las de tipo b, d y e, correspondiendo a las de tipo c el mayor riesgo de expansividad (ausentes en Castilla y León).

Según la clasificación climática obtenida por el Índice de Thornthwaite que se basa en las características climáticas y cronolíticas de la zona establece tres niveles de riesgo:

- **Riesgo de expansividad de nulo a bajo:** ocupa una extensión 2.585 Km², es decir un 2,75% de Castilla y León. Este nivel de riesgo le podemos encontrar al Este de Segovia, al Este de Ávila y al Norte de las provincias de Soria y Palencia. Este riesgo viene definido por la ausencia casi total de minerales montmorilloníticos, plasticidades bajas y diferentes porcentajes de humedad.
- **Riesgo de expansividad de bajo a moderado:** ocupa la mayor extensión, 34.700 Km², equivalentes al 36,5% de la extensión de Castilla y León. Este riesgo lo podemos encontrar a lo largo de toda la cuenca terciaria del Duero y con diferentes características litológicas y climáticas. Este riesgo viene definido por

mineralogía algo montmorillonítica, climatología que presenta diferentes humedades, plasticidades máximas medias y arcillas diseminadas.

- **Riesgo de expansividad de moderado a alto:** ocupa una extensión de 7.720 Km² lo que representa un 8,2% de la extensión de Castilla y León. Encontramos manifestaciones de este tipo en Tierra de Campos. Este riesgo está definido por presencia muy frecuente de montmorillonitas, diferentes edades litológicas de los materiales, climatología árida y seca y plasticidades máximas de medias a altas.

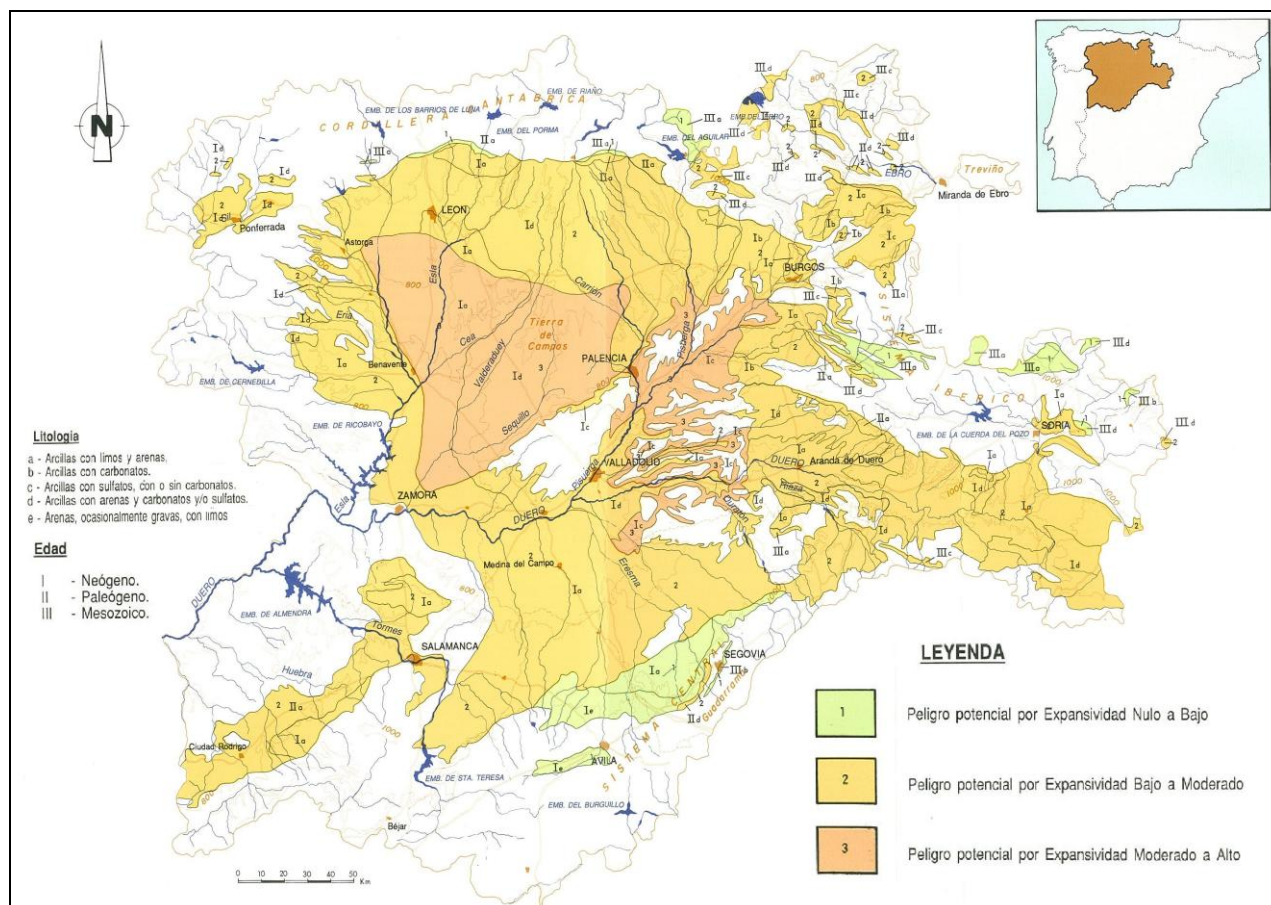


Ilustración 30. Mapa de riesgos por arcillas expansivas en Castilla y León.

3 Bibliografía bloque I y II

- Libros.

AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA CANTOS, J. Riesgos naturales. Barcelona: Ariel, 2002.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Catálogo nacional de riesgos geológicos. Madrid, 1995.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España. Serie Geología Ambiental. Madrid. 1987

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Riesgos geológicos. Serie Geología Ambiental. Madrid.1998

KELLER, E. y BLODGETT, R. Riesgos naturales: procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Pearson Prentice Hall. 2007

LAGADEC, P. La Civilización del Riesgo (Catástrofes Tecnológicas y responsabilidad Social). Editorial MAPFRE S.A 1983

SUÁREZ FERNÁNDEZ-CORONADO, I.. De la emergencia al desarrollo: la estrategia de la Unión Europea para la reducción del riesgo de desastres naturales. Madrid, mayo de 2012

- Webs.

Instituto Geológico y Minero de España.

<http://www.igme.es/internet/default.htm>.

Instituto Geográfico Nacional

<http://www.ign.es/ign/es/IGN/home.jsp>.

Protección Civil

<http://www.proteccioncivil.org/es/Riesgos>.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

<http://www.magrama.gob.es/es/>

Ministerio de educación y ciencia.

<http://www.educacion.gob.es/portada.html>

BLOQUE III. UNIDAD DIDACTICA:

1. Introducción:

Las razones por las cuales he realizado esta unidad didáctica son que los alumnos conozcan, aprendan y valoren los Riesgos Geológicos en el entorno en el que viven y que esta unidad didáctica es la correspondiente al tema principal de este trabajo de fin de máster. Para ello se necesita de una participación activa del alumnado y del profesor.

La idea es trabajar los Riesgos Geológicos en todas sus vertientes, desde el concepto, sus efectos, hasta la prevención, para ello partimos del punto en que los alumnos han estudiado geología en cursos anteriores y poseen unos conocimientos previos.

Para esto creo necesario el estudio de las diversas fuentes de información, para lograr un aprendizaje significativo, donde los alumnos investiguen y extraigan conclusiones en primer lugar, y después puedan contrastar estos resultados con la información entregada por el profesor.

Con la ayuda del profesor, quién actuará como guía. Dará a los alumnos los diversos tipos de informaciones, de los cuales extraerán los datos necesarios para lograr los objetivos previamente establecidos. Así conseguiremos que sean los alumnos quienes construyan su propio aprendizaje gracias a la experimentación personal.

2. Contextualización.

El I.E.S. "Arca Real" se encuentra situado en el Barrio de las Delicias, en el Sureste de la Ciudad de Valladolid. La zona educativa que le corresponde es la nº 4, que se encuentra delimitada por la carretera de Madrid, la carretera de Soria y la línea férrea, e incluye la nueva "Ciudad de la Comunicación". Actualmente recibe alumnos de La Cistérniga.

El Barrio de las Delicias surgió a finales del siglo XIX como zona obrera industrial, carácter que sigue siendo predominante hoy en día. Tiene actualmente algo más de 50.000 habitantes. Aunque ha predominado desde sus orígenes la población joven, ahora se advierte un envejecimiento de la misma y cada familia sólo tiene un promedio de 3,35 miembros. Actualmente se está instalando en la zona un importante número de población inmigrante

El Barrio de las Delicias es de grandes dimensiones y cuenta con abundantes equipamientos comerciales y bancarios, un Centro Cívico, varios Centros Educativos estatales y privados, que abarcan todos los niveles anteriores a la universidad. También existe un Ambulatorio, Centros de la Tercera Edad, Asociaciones de Vecinos, Juveniles y Deportivas, un Centro destinado a la inserción y promoción de las minorías étnicas y Asociaciones de ex-toxicómanos.

El Instituto Arca Real

El centro comenzó a funcionar en el curso escolar 1.990-91 y ocupa un edificio de nueva creación, situado en la confluencia de la Calle Argales con la Calle General Shelly. El I.E.S. “Arca Real” es un centro creado por R.D. 853/1990 de 29 de junio.

Comienza como centro de Bachillerato, luego Centro de Educación Secundaria, y el curso 1995-1996 se incorpora el Ciclo Formativo de Grado Medio “Gestión Administrativa” y el Ciclo Formativo de Grado Superior “Administración y Finanzas”; ese mismo curso el centro implanta el Ciclo Formativo de Grado Superior de Secretariado. La Orden de 28 de marzo de 2001 autoriza a este centro docente a impartir el Ciclo Formativo de Grado Medio “Gestión Administrativa” en la modalidad de enseñanza a distancia.

La Orden EDU 1782/2007 establece que partir de enero 2008 se imparta en el IES “Arca Real” el Curso Preparatorio para las Pruebas de Acceso a los Ciclos Formativos de Grado Superior de formación profesional.

Es un centro de titularidad pública con los siguientes niveles educativos:

- Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO).
- Bachillerato LOE, en las modalidades de Humanidades y Ciencias Sociales, y Ciencias y Tecnología.
- Ciclos Formativos de Grado Medio, en la modalidad de Gestión Administrativa, con enseñanza presencial y a distancia.
- Ciclos Formativos de Grado Superior, en las modalidades de Secretariado y de Administración y Finanzas.
- Curso Preparatorio a las Pruebas de Acceso a Ciclos Formativos de Grado Superior (por establecer el presente curso académico).
- Instituto de Educación Secundaria, ubicado en un entorno urbano. La infraestructura y los recursos socioculturales podemos estimarlos en un nivel medio. Creciente volumen de población inmigrante (de alrededor del 30%), que procede, fundamentalmente de Marruecos y países sudamericanos.

El nivel sociocultural de las familias es de tipo medio-bajo. El interés de éstas por participar en la vida del centro y su grado de estimulación a los alumnos hacia los objetivos y recursos educativos y culturales de la institución resulta, por lo general escaso, aunque en algunos casos pueda ser apropiado.

Nuestro ambiente más inmediato no supone, en general, una gran aportación a la elevación del nivel sociocultural de los alumnos. En cuanto a infraestructuras y servicios que puede aportar el entorno, destacamos como ofertas socioculturales la

existencia de un pabellón polideportivo, campo de fútbol, piscina y biblioteca pública. Además en la zona están funcionando dos colegios más de Educación Primaria.

3. Justificación:

Esta materia se configura en torno a dos grandes aspectos: el estudio de los riesgos geológicos en relación con los sistemas terrestres y el de sus interacciones con el sistema humano y el medio ambiente.

Esta unidad didáctica didáctica está caracterizada por su interdisciplinaridad, aplicabilidad práctica e inclusión en los contenidos teóricos de las asignaturas de Ciencias para el mundo contemporáneo, Geología y Ciencias de la tierra y medioambientales.

Los Riesgos Geológicos son una síntesis y una aplicación de otras ciencias como Geología, Biología, Física, Química, Ecología, junto con otras procedentes del campo de las ciencias sociales como Geografía, Historia y Economía y de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación permitiendo al alumnado adquirir una visión más completa de la problemática de los riesgos geológicos y aportando una base importante para estudios superiores de tipo social, científico y técnico. Proporciona un cuerpo de conocimientos necesarios para entender la dinámica de nuestro planeta, predecir futuros riesgos y ofrecer propuestas de solución a la sociedad.

Los procesos causantes de tales riesgos y sus consecuencias, constituyen fenómenos de gran impacto social y un indudable atractivo desde el punto de vista del alumno, que favorece su análisis y tratamiento en términos de experiencias dentro del aula. Por ello los contenidos de esta materia despiertan gran interés entre los alumnos, en paralelo con la concienciación hacia los problemas medioambientales que asolan el mundo y hacia la necesidad de adoptar medidas frente a los diversos desastres naturales que han tenido lugar a lo largo de toda la historia de nuestro planeta.

Desde el punto de vista académico los alumnos de 2º de Bachillerato se encuentran en el momento de decisión frente a la carrera que comenzarán el curso siguiente, con lo que esta unidad les debe servir para adquirir conocimientos y conciencia medioambiental en caso que opten por carreras técnicas, y afianzar y profundizar en estos conocimientos en caso que opten por carreras de la rama medioambiental.

4. Objetivos generales de la etapa:

El bachillerato tiene como finalidad proporcionar a los alumnos formación, madurez intelectual y humana, conocimientos, habilidades y destrezas que les permitan progresar en su desarrollo personal y social e incorporarse a la vida activa con

responsabilidad y competencia. Asimismo, capacita a los alumnos para acceder a la educación superior

Los objetivos del bachillerato se definen para el conjunto de la etapa. En cada materia se describen sus objetivos específicos, contenidos y criterios de evaluación.

Los Objetivos Generales de Etapa son los siguientes:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa y favorezca la sostenibilidad.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su comunidad autónoma.
- f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.
- o) Conocer, valorar y respetar la historia, la aportación cultural y el patrimonio de España y de cada una de las Comunidades Autónomas.
- p) Participar de forma activa y solidaria en el desarrollo y mejora del entorno social y natural, orientando la sensibilidad hacia las diversas formas de voluntariado, especialmente el desarrollado por los jóvenes.

5. Objetivos específicos de la materia de ciencias de la tierra y del medioambiente en la comunidad autónoma de Castilla y León.

DECRETO 42/2008, de 5 de junio (BOCyL de 11 de junio)

- Comprender el funcionamiento de la Tierra y de los sistemas terrestres y sus interacciones, como fundamento para la interpretación de las repercusiones globales de algunos hechos aparentemente locales y viceversa.
- Conocer la influencia de los procesos geológicos en el medio ambiente y en la vida humana.
- Evaluar las posibilidades de utilización de los recursos naturales, incluyendo sus aplicaciones y reconocer la existencia de sus límites, valorando la necesidad de adaptar el uso a la capacidad de renovación.
- Analizar las causas que dan lugar a riesgos naturales, conocer los impactos derivados de la explotación de los recursos y considerar diversas medidas de prevención y corrección.
- Investigar científicamente los problemas ambientales, mediante técnicas variadas de tipo fisicoquímico, biológico, geológico y matemático, y reconocer la importancia de los aspectos históricos, sociológicos, económicos y culturales en los estudios sobre el medio ambiente.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y realizar informes.
- Promover actitudes favorables hacia el respeto y la protección del medio ambiente, desarrollando la capacidad de valorar las actuaciones sobre el entorno y tomar libremente iniciativas en su defensa.

- Conocer algunos recursos energéticos propios de la Comunidad de Castilla y León.
- Conocer y valorar la biodiversidad propia de la Comunidad autónoma.

6. Relación de la materia con las competencias básicas:

La contribución de los Riesgos Geológicos a la consecución de las competencias básicas es esencial.

- Conocimiento e interacción con el mundo físico:

Todo el contenido de las Riesgos Geológicos tienen una incidencia directa en la adquisición de la competencia que implica determinar relaciones de causalidad o influencia, cualitativas o cuantitativas, que requiere analizar sistemas complejos, en los que intervienen varios factores para el planteamiento de conjeturas e inferencias fundamentadas, la elaboración de estrategias para obtener conclusiones, incluyendo, en su caso, diseños experimentales, y el análisis de los resultados.

El desarrollo de esta competencia facilitará que el alumno llegue ser capaz de conocer, comprender y valorar la realidad geológica de Castilla y León y el Estado poniendo énfasis en una visión de la misma que permita comprender su dimensión social y, en particular, el papel jugado en las condiciones de vida y en las concepciones de los seres humanos.

- La competencia matemática:

Está íntimamente asociada a los aprendizajes que se abordarán. La utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos y expresar datos e ideas sobre los Riesgos Geológicos proporciona contextos numerosos y variados para poner en juego los contenidos de procedimiento y formas de expresión acordes con el contexto con la precisión requerida y con la finalidad que se persiga. En el trabajo científico se presentan a menudo situaciones de resolución de problemas de formulación y solución más o menos abiertas, que exigen poner en juego estrategias asociadas a esta competencia.

- Tratamiento de la información y competencia digital:

En la faceta de competencia digital se contribuye a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje de las ciencias para comunicarse, recabar información, retroalimentarla, simular y visualizar situaciones, obtención y tratamiento de datos.

- **Aprender a aprender:**

Son competencias que se desarrollan por medio de la utilización de recursos como los esquemas, mapas conceptuales, la producción y presentación de memorias, textos.

- **Competencia social y ciudadana:**

Está ligada al papel de la ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación en la toma fundamentada de decisiones. La alfabetización científica constituye una dimensión fundamental de la cultura ciudadana, garantía de aplicación del principio de precaución, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente de Castilla y León y del Estado.

- **Comunicación lingüística:**

La materia exige la configuración y la transmisión de las ideas e informaciones. El cuidado en la precisión de los términos utilizados, en el encadenamiento adecuado de las ideas o en la expresión verbal de las relaciones hará efectiva esta contribución. El dominio de la terminología específica permitirá, además, comprender suficientemente lo que otros expresan sobre ella.

- **Autonomía e iniciativa personal:**

competencia que se estimula a partir de la formación de un espíritu crítico, capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, desde la aventura que supone enfrentarse a problemas abiertos y participar en la construcción tentativa de soluciones; desde la aventura que constituye hacer ciencia.

7. Actividades:

El Bachillerato tiene como finalidad la formación integral de los alumnos/as, así como su orientación y preparación para estudios superiores y para la vida activa. El tema de Riesgos Geológicos tiene la particularidad de integrar una formación científico-humanística.

La metodología didáctica se inspirará en los **principios constructivistas** del aprendizaje, que requieren a partir de las ideas previas del alumno para “ir construyendo” el conocimiento a partir de una experiencia personal que ponga en crisis lo preexistente y modifique las estructuras cognitivas al tiempo que se produce la adquisición de nuevos resultados.

Para adquirir los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la materia con el objetivo de producir aprendizajes significativos se desarrollan una serie de actividades de distinto tipo.

Además como criterio metodológico básico, en Bachillerato se facilita y se impulsa el trabajo autónomo del alumno/a y, simultáneamente, se estimula sus capacidades para el trabajo en

equipo, potenciando las técnicas de indagación e investigación y las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la vida real: **aprendizaje funcional**

Fundamentalmente las actividades que se van a trabajar son del tipo:

Actividades de introducción y motivación: con las que se pretende que los alumnos conozcan el bloque que van a trabajar y se despierte interés y curiosidad: debates, noticias de prensa relacionados con la unidad. Esta información la publicarán en un tablón de corcho denominado el **rincón del alumno** junto con las conclusiones de debates, etc. que se desarrollen en cada bloque.

- **Actividades iniciales y de diagnóstico:** para iniciar el desarrollo del bloque, planificamos las actividades de conocimientos previos que incluyen la revisión de contenidos
- **Actividades de desarrollo y aprendizaje:** integran todo tipo de contenidos y son muy específicas para cada una de las unidades.
- **Actividades de refuerzo educativo y ampliación:** desde las primeras sesiones detectaré a los alumnos con diversidad en el aprendizaje para realizar actividades complementarias que exijan más control de la materia por parte del alumno.
- **Actividades de recapitulación:** están orientadas a que, los alumnos que lo deseen, puedan presentarse a las pruebas de acceso a la Universidad y superarlas con éxito, se realizarán ejercicios de exámenes de dicha prueba.
- **Actividades de evaluación final o sumativa:** Nos permitirán saber si se han conseguido los objetivos propuestos y cuáles han sido las principales dificultades en el desarrollo de la unidad.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación adquiere, tanto por la posibilidad de llegar a información actualizada casi diariamente como por la de emplear programas de simulación por ordenador.

8. Atención a la diversidad.

El tratamiento de la diversidad en el Bachillerato viene dado por la misma naturaleza y organización del currículo de esta etapa educativa, en la que los alumnos y las alumnas optan, primero, por una de las tres modalidades previstas y, después, dentro de la modalidad elegida, deben escoger entre un abanico de materias optativas.

El tratamiento de la diversidad en el Bachillerato no puede tener la misma consideración que en las etapas educativas obligatorias, donde se debe asegurar que todos los alumnos completen su etapa de educación obligatoria de acuerdo con la Constitución Española, sin embargo, no podemos negar la existencia de estudiantes que manifiestan dificultades y de otros que progresan con mayor rapidez que sus compañeros y que, de igual manera, necesitan una respuesta educativa que les permita progresar según sus posibilidades.

- Actividades de refuerzo.
- Actividades de profundización.

9. Temas transversales.

Los temas transversales contribuyen de manera especial a la educación de valores morales y cívicos, entendida ésta como una educación al servicio de la formación de personas capaces de construir racional y autónomamente su propio sistema de valores.

- En esta Unidad se tendrán presentes los siguientes temas transversales:
 - **Educación ambiental** que es intrínseca en esta materia, estando presente en todo el desarrollo de la unidad.
 - **Educación moral y cívica.** El alumnado aprenderá a criticar actitudes que supongan una exposición a un determinado riesgo.
 - **Educación para la salud.** Se estudia en varios apartados, sobre todo en los referidos a la contaminación de agua, aire o suelo y al estudiar las consecuencias de los riesgos naturales en la comunidad de Castilla y León.
 - **Educación para el consumo.** Se tratará por ejemplo: análisis de los problemas ecológicos derivados de la deforestación para la industria papelera y los efectos de esta deforestación en movimientos de ladera.
 - **Educación para la paz y la igualdad de oportunidades.** La pobreza responsable de la inexistencia o ineficacia de medidas de prevención ante los riesgos geológicos en determinadas zonas del planeta.

10. Secuencia y distribución de contenidos.

- **Primer trimestre.**
 - Tema introductorio
 - Tema 1.- El medio ambiente como sistema.
 - La Tierra: el planeta de la vida.
 - Tema 2.- La Tierra: características generales e intercambio de energía.
 - Tema 3.- La Tierra: su atmósfera y su hidrosfera

- La biosfera: el ecosistema global
 - Tema 4.- El ecosistema
 - Tema 5.- Principales ecosistemas
- **Segundo trimestre:**
 - Los recursos naturales
 - Tema 6.- Alimentos y agua para una población creciente
 - Tema 7.- Energía y materias primas
 - Riesgos e impactos ambientales
 - Tema 8.- Los riesgos naturales. Su prevención
 - Tema 9.- Productos químicos
 - Tema 10.- Contaminación atmosférica
- **Tercer trimestre.**
 - Tema 11.- Contaminación de las aguas
 - Tema 12.- Ecosistemas en peligro
 - Tema 13.- Residuos
 - Aspectos políticos, sociales y económicos de las ciencias ambientales
 - Tema 14.- Los problemas ambientales y sus repercusiones políticas, económicas y sociales
 - Tema 15.- Presente y futuro de la relación entre el hombre y el ambiente.

11. Metodología y tipo de actividades.

- Cada bloque se introduce a través de una actividad de motivación.
- Cada tema se desarrolla al mismo tiempo que se elabora o se proyecta un esquema o mapa conceptual.
- Cada alumno debe leerse el libro de texto y realizar un resumen de cada tema.
- Se buscan en Internet contenidos de actualidad relativos al tema.

- Se realizarán trabajos, prácticas y se reproducirán en clase material audiovisual de los contenidos estudiados.

12. Materiales recursos y procedimientos.

- Libro de texto y otros materiales que puedan acompañarle, como puede ser documentación adicional del tipo de esquemas, mapas conceptuales, fotografías
- Medios audiovisuales, dvd's en los que se muestren documentales, películas etc....relacionados con el tema que se esté desarrollando en ese momento.
- Facilitar a los alumnos bibliografía relacionada, para que la puedan utilizar en la realización de prácticas, trabajos o cualquier tipo de actividad, así como material procedente de prensa o revistas científicas.

13. Evaluación.

La evaluación es uno de los elementos esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje porque permite comprobar si la asimilación de los conocimientos ha sido adecuada y si no es así permite reconocer que fallos se han cometido por parte del alumno en su proceso de aprendizaje como del profesor en su proceso de enseñanza.

- **Para evaluar adecuadamente es necesario:**
 - Al comienzo del año académico:
 - Detectar el nivel de conocimientos previos del alumnado.
 - Determinar el progreso del alumnado a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
 - Hacer que el alumno asuma su responsabilidad en su aprendizaje.
 - Establecer el nivel de consecución de objetivos y de adquisición de conocimientos para superar la asignatura y estar preparado para posibles pruebas de acceso a la universidad u otros estudios superiores.
 - Durante el curso:
 - A través de la observación directa del alumno podemos extraer información que nos puede servir para comprobar si el alumno está progresando en su aprendizaje de forma adecuada observando si realiza las tareas y trabajos, si hace los cálculos

pertinentes, participa en clase, trabaja en equipo, selecciona bien la información.

○ Al final de cada evaluación:

- El análisis de los trabajos realizados, el resultado de las prácticas y las observaciones realizadas por el docente son datos cuantitativos y cualitativos que nos ayudaran a obtener la evaluación de los conocimientos y competencias de los alumnos.
- Por último los datos proporcionados por las pruebas orales y escritas de cada uno de los temas estudiados durante las evaluaciones será otro de los métodos que nos ayudara a evaluar a los alumnos.

- **Porcentajes de calificación para cada método de evaluación.**

- El 60 % de la calificación final corresponderá a los resultados obtenidos en la prueba escrita y oral
- El 30 % de la calificación final corresponderá a los trabajos realizados sobre las materias y los informes de prácticas.
- El 10 % de la calificación final corresponderá a la participación en clase, prácticas y posibles salidas.

14. Bibliografía:

GARCÍA AGUILAR, J.M. (1996) Los riesgos naturales: aplicaciones didácticas en la enseñanza de las Ciencias Medioambientales para niveles de bachillerato. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

SANMARTÍ, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En J. Perales e P. Cañal (Eds.) Didáctica de las ciencias experimentales. Alcoy: Marfil.

ZABALZA, M.A. (1991) Diseño y desarrollo curricular, Narcea: Madrid.