



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Facultad de Ciencias

Lic. Gestión y Reducción del Riesgo de desastres

Actividad 5 - Riesgos geológicos en la costa

Materia:

Amenazas Geológicas y Zonificación II

Elaborado por:

Aguilar Tlalpam Odalis Adriana

Grado y grupo:

8º C

22 de mayo de 2023.

Índice

Introducción	2
Riesgos geológicos en la Costa	2
Tipos	4
Tsunami	
Ciclones tropicales	
Huracanes	
Erosión costera	
Inundaciones costeras	
Deslizamiento de tierra	
Intrusión de agua salada	
Actividades antropogénicas	14
Conclusión	17
Bibliografía	18

Introducción

Las amenazas o riesgos geológicos también ocurren en las zonas costeras, estas son áreas muy importantes que forman parte de la ecología y la vida humana. Al ser un área con actividad humana se vuelven espacios vulnerables para las comunidades al presentarse amenazas como erosión costera, inundaciones, deslizamientos de tierra, tsunamis, subsidencia del terreno, entre otros, que se verán a lo largo de este ensayo.

Es importante realizar investigaciones de riesgos geológicos ya que estos pueden tener consecuencias devastadoras, además se considera que los riesgos geológicos están relacionados con procesos naturales y antropogénicos que ocurren en las áreas costeras. Durante este ensayo, se hablará sobre los riesgos geológicos costeros, su definición, sus características, generalidades, ejemplos reales y medidas de mitigación que se han implementado.

Riesgos geológicos en la costa

Los riesgos geológicos costeros, como su nombre lo indica, ocurren en la costa. Se caracterizan por generar consecuencias al ocurrir y ser una zona donde existe actividad turística o poblaciones asentadas. Cabe mencionar que en el conjunto del planeta se estima que el 60% de la población vive a menos de 100 km del mar, y las previsiones de futuro manifiestan una intensificación en el crecimiento de dicha población, dado el proceso de litoralización que actualmente se está produciendo. Según las Naciones Unidas (Barragán, 2004).



Figura 1. Diagrama que muestra causas que inducen a los riesgos geológicos en la costa (Slideshare.net, 2023).

De igual forma, con la constante sobre población, se considera que tres cuartas partes del mundo podría habitar en la franja costera hacia el 2020, es decir unos 4.500 millones de habitantes (Javier et al 2019). Por lo tanto a su vez esta constante concentración de población y de actividades en las áreas litorales está generando al incremento en la incidencia de los riesgos costeros.

Un gran ejemplo de esta problemática que menciona Javier en su investigación del 2019 es en España, su costa presenta un total de 6.637 km, de los cuales el 57,7% está formado por costas acantiladas rocosas, el 30,1% por costas acumulativas arenosas, el 1,1% por costas acumulativas con sedimentos muy finos, el 0,9% por estuarios y el 10,2% por costas artificiales. Por otro lado, más del 35% de la población del país vive a menos de 5 km de la línea de costa. Cabe mencionar que al hablar de zonas costeras, se puede referir a un ambiente muy dinámico y a su vez cambiante, donde pueden ocurrir procesos a una velocidad elevada.

Existen diferentes tipos de eventos amenazantes en las zonas costeras, estos pueden estar involucrados con actividad sísmica o volcánica, tal es el caso de los tsunamis, también se encuentran los eventos relacionados a las condiciones meteorológicas, entre estos los ciclones tropicales, que generan marejadas ciclónicas, la sobreelevación producida por rompiente de oleaje y la generada por arrastre del viento. Se puede mencionar también la sobreelevación producida durante la ocurrencia de episodios fuertes de los eventos ENOS (El Niño-Oscilación Sur), que se caracterizan por tener periodicidades definidas y que son manifestaciones de la variabilidad climática.

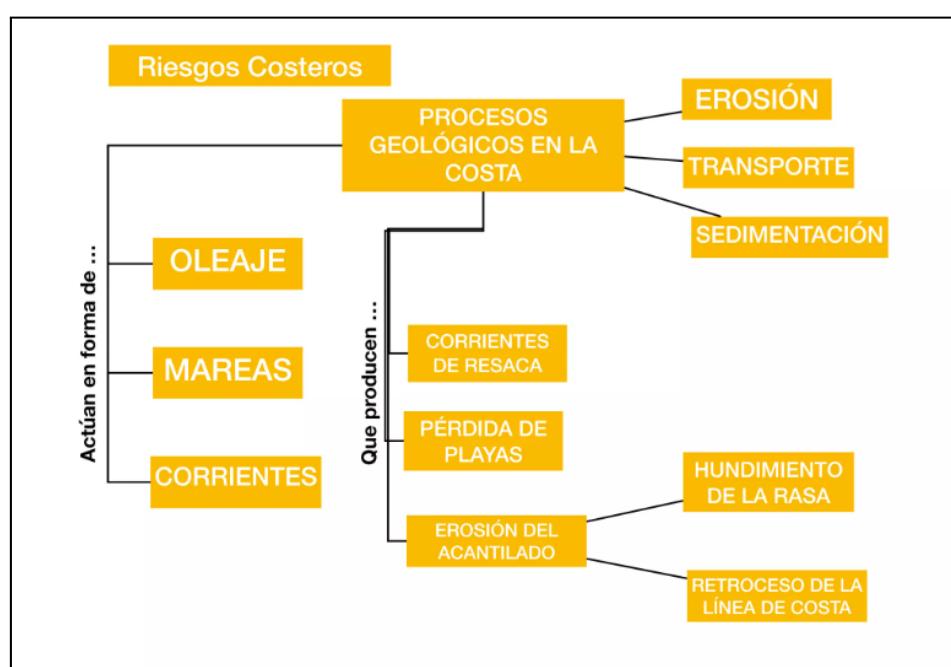


Figura 2. Diagrama que muestra procesos y riesgos geológicos en la costa (Slideshare.net, 2023).

Tipos

Las fuentes de riesgo en medios litorales pueden variar y ser múltiples. Estas pueden ser de origen natural o también antropogénico, incluso la combinación de ambas generan riesgos en las zonas costeras. Por un lado, las zonas emergidas pueden verse sometidas a todos los tipos de riesgos geológicos característicos de áreas continentales como el vulcanismo, la sismicidad, las inundaciones de origen fluvial, entre otras. También existen agentes marinos, que consisten en ondulaciones de la superficie del mar de diversa frecuencia y longitud de onda, como las olas generadas por el viento, mareas grandes, olas catastróficas como los tsunamis y las olas de temporal, o bien lentas oscilaciones del nivel del mar de carácter eustático. Toda esta gran variabilidad de fenómenos muestra la complejidad de procesos, y por tanto de posibles riesgos asociados a ellos, en relación con la dinámica geológica de los medios litorales (Javier Benavente, 2009).

Los habitantes de las poblaciones costeras y en general todos las personas que dependen de los recursos y del medio marino, están continuamente expuestos a situaciones de riesgo y son vulnerables a fenómenos meteorológicos que representan peligro para sus vidas. Por lo general este tipo de desastres ocurren en escalas temporales y geográficas diferentes. “Los fenómenos meteorológicos potencialmente peligrosos, repercuten en el medio ambiente costero marino y en las actividades socioeconómicas; razón por la cual, la predicción del tiempo marítimo y las condiciones oceánicas son tan importantes para la población que habita las zonas costeras”, (Cadena, 2010).

También se puede mencionar la sobreelevación producida durante la ocurrencia de episodios fuertes de los **eventos ENOS (El Niño-Oscilación Sur)**, que se caracterizan por tener cuasi periodicidades definidas y que son manifestaciones de la variabilidad climática. (Cadena, 2010). A continuación, se presentan los tipos más comunes de riesgos geológicos costeros y ejemplos definidos de cada uno:

Tsunami

Los tsunamis son conocidos como eventos de olas oceánicas de gran energía que se generan principalmente por terremotos submarinos, estas pueden suceder en forma de desplazamiento de conjunto de olas de forma sucesiva, pueden llegar a ser de gran longitud (cientos de kilómetros) y poca altura (centímetros), con rangos de tiempo de 5 a 60 minutos o más largos, que son producidas por una perturbación en el océano y propagadas a gran velocidad (cientos de km/hora, entre 700 y 800 aproximadamente) en todas las direcciones. Sin embargo, algo interesante es que los tsunamis viajan más lento en aguas costeras someras, pero su altura de onda puede aumentar drásticamente alcanzando varios metros de altura.

Otra definición de los tsunamis, por parte de la revista VV.AA del 2005, menciona que son consideradas como grandes olas destructivas producidas por movimientos bruscos del lecho oceánico, la mayoría de las veces asociados a seísmos y erupciones volcánicas. Un tsunami puede presentar una gran amenaza de tipo costero para la población. Las olas del tsunami pueden propagarse por miles de kilómetros sin disipación de energía significativa; en mar abierto, la amplitud es de unos 5-20 cm y la longitud de onda es muy larga (Madrid, 2023).

La causa de la formación de un tsunami puede ser atribuida también a un fenómeno geológico, como un terremoto, un deslizamiento de tierra y las erupciones volcánicas, estos tres son principales agentes generadores de tsunamis destructivos, siendo así los primeros los más frecuentes.

Para que un tsunami se forme es importante que pase por las tres etapas que existen, estas son:

-La formación de la onda debido a la causa inicial, y a su propagación cerca de la fuente.

-La propagación libre de la onda en el océano abierto, a grandes profundidades .

-La propagación de la onda en la región de la plataforma continental, donde, como resultado de la menor profundidad del agua, tiene lugar una gran deformación del perfil de la onda, hasta su rompimiento e inundación sobre la playa.

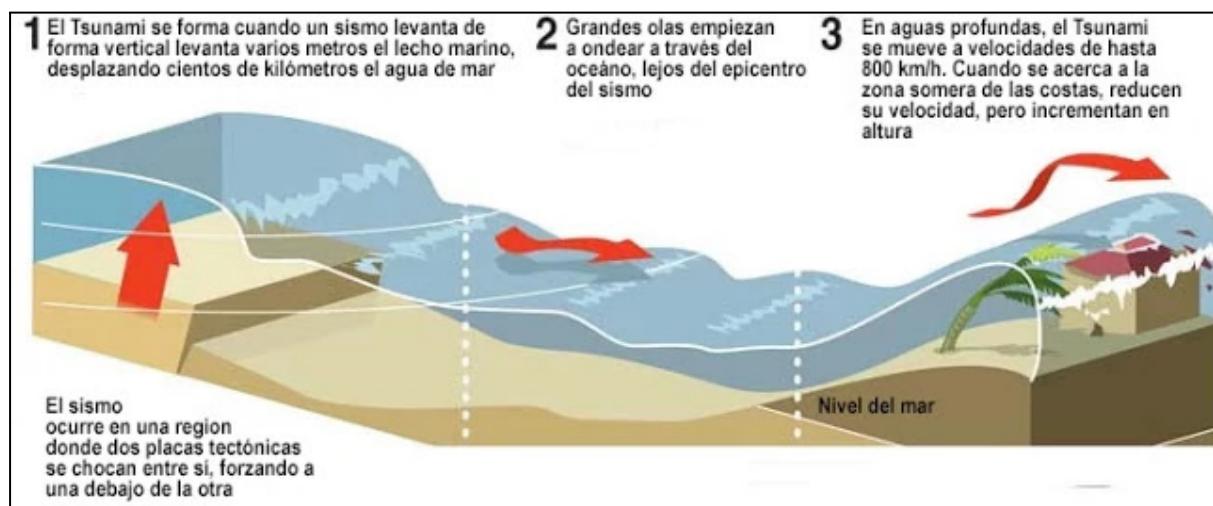


Figura 3. Diagrama donde muestra la formación de un tsunami (Madrid, 2023).

Cuando un tsunami es generado por actividad tectónica, los daños no son sólo serán provocados por el tsunami, hay una combinación de eventos peligrosos que

pueden causar gran destrucción, el movimiento telúrico mismo, la licuación del terreno (proceso en el cual el suelo cambia de un material firme a uno viscoso semi-líquido y bajo condiciones similares a arena movediza) y las inundaciones. En cambio los tsunamis generados por las erupciones volcánicas submarinas, son responsables del 3% de ocurrencia de un evento destructor, y a su vez los deslizamientos en el talud continental, con 0.8% de ocurrencia Cadena. (2010).

Para que un sismo genere un tsunami se requiere de varios factores, que el epicentro del sismo o la mayor parte de su área de ruptura esté bajo el lecho marino y a una profundidad menor a 70 Km (sismo superficial), que sea una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical, que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo y que sea eficientemente transmitida. Además la energía de un tsunami depende de su altura (amplitud de la onda) y de su velocidad.

Los efectos que puede causar un tsunami son diferentes dependiendo de la duración del período. Al tratarse de un periodo corto puede generar olas de fuertes corrientes (entre la ocurrencia del sismo y la presencia del tsunami), si es un período largo, se puede comenzar a producir una inundación lenta, con poca corriente. Cabe mencionar que mientras mayor sea la altura de la ola, mayor es la energía acumulada; por lo tanto, y dependiendo de la pendiente y morfología del terreno, mayor será la extensión de las áreas inundadas.

Ejemplo

Algunos ejemplos de tsunamis que han ocurrido han sido en zonas que resultan ser las más expuestas a la ocurrencia de grandes terremotos como Chile, Japón, Indonesia, etc. De igual forma deben de ser zonas en laderas inestables. En seguida se muestra un mapa de la distribución de todos los tsunamis de los que se tiene registro, sólo considerando los eventos de los cuales se tiene una probabilidad mayor al 75% de efectivamente tratarse de un tsunami (Cadena, 2010).

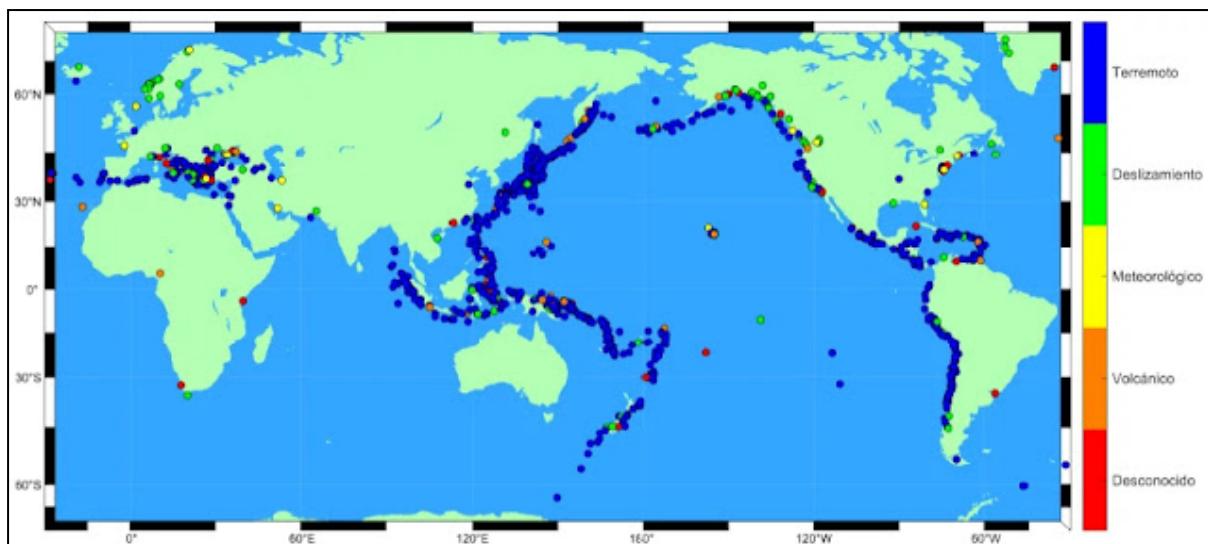


Figura 4. Distribución histórica de los Tsunamis en el mundo (Cadena, 2010)..

Un ejemplo fue “El tsunami del océano Índico” de 2004, el cual fue provocado por un terremoto submarino y causó daños masivos en las costas de varios países, incluyendo Indonesia, Sri Lanka y Tailandia.



Figura 5. Tsunami de océano Índico 2004 (El Universal, 2022).

Otro ejemplo real es en Colombia, considerada como la zona más vulnerable a la ocurrencia de este fenómeno es el sur de la costa Pacífica; ya que se encuentra sobre la zona de subducción de la placa de Cocos y además es una parte relativamente baja, en la que la plataforma continental se extiende hasta adentro del océano. Sin embargo fue el 12 de diciembre de 1979, cuando un Tsunami afectó a la población del municipio de Tumaco, Nariño, causando grandes destrozos principalmente en la comunidad de El Charco, el municipio fue arrasado por la fuerza del agua y en 1979 la ciudad se vio beneficiada por la naturaleza, debido a la presencia de una pequeña isla conformada por sedimentos frente a sus costas, la

Isla. En la actualidad estas islas han desaparecido, aumentando el grado de exposición de la población ante un posible tsunami (Cadena, 2010).



Figura 6. Tsunami en Tumaco, 12 de diciembre de 1979 (El Espectador,2019).

Medidas de mitigación

Como principal medida de mitigación, es la existencia de Centros de Seguimiento de este fenómeno en el Pacífico. En el Centro de Alarma de Tsunami del Pacífico Richard Hagemeyer (PTWC) y el Centro Operativo del Sistema de Alarma de Tsunamis en el Pacífico (TWSP), se revisan de forma constante las estaciones sismológicas y de nivel del mar a través de toda la Cuenca, de esta forma se evalúan los sismos potencialmente tsunamigénicos y se monitorean las ondas de tsunami. Este centro está localizado cerca de Honolulu en Hawái y de allí se emiten las señales de alerta a las autoridades nacionales a lo largo de toda la cuenca (Cadena, 2010).

Algunas recomendaciones para las comunidades que viven en zonas costeras, son dirigirse inmediatamente a tierra adentro a un lugar más alto, es importante que se sigan las medidas necesarias y no esperar por la alerta oficial de tsunami. Así como también no conectar fuentes de energía eléctrica hasta cerciorarse de que ya no hay daños o ya no se puede correr el riesgo.

También se pueden desarrollar sistemas de alerta temprana de tsunamis, para mejorar la educación y conciencia pública sobre los procedimientos de evacuación, y establecer regulaciones de construcción que eviten la ubicación de infraestructuras críticas en zonas de riesgo. Esto ayudará también a informar a las comunidades costeras sobre la posibilidad de inundaciones, construir defensas

costeras, como diques y barreras, y promover la planificación adecuada del uso de la tierra, evitando la construcción en áreas propensas a inundaciones.

Cyclones Tropicales

Los ciclones tropicales son otro tipo de amenaza que puede afectar en la costa, son además considerados como los sistemas atmosféricos más peligrosos de los trópicos, se determinan como un mecanismo de la atmósfera para liberar calor excesivo. Los mayores riesgos que pueden desencadenar son representados por vientos intensos, marejada ciclónica, olas grandes impulsadas por el viento, lluvias fuertes e inundaciones, tornados y rayos, entre otros. Pueden ocurrir en cualquier parte del mundo, pero se pueden desarrollar en aguas del trópico y mostrar una circulación organizada en superficie en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Las condiciones propicias para que se forme un huracán tienen que ver fundamentalmente con la temperatura, la humedad y el viento.

Al ocurrir en una zona costera, puede generar inundaciones severas. Algunas características de los ciclones son que debe presentarse un disturbio inicial, normalmente entre latitudes de 5 a 35° N para el hemisferio norte, además deben presentarse condiciones cálidas en las aguas oceánicas, es decir con Temperaturas por encima de los 26-27° C, que favorezcan la generación de humedad, por evaporación y debe existir un patrón de viento que facilite la convección o el ascenso de las masas de aire. Los cambios en las condiciones meteorológicas, producen respuestas en el océano, como la sobreelación del nivel del mar, fuerte oleaje, cambios en el sistema de circulación de las aguas e intensa entrega de calor sensible y latente.

Los daños varían de un lugar a otro de acuerdo con la distancia de la zona de vientos máximos, la medida en que el lugar está expuesto, (si está o no está protegido), los estándares de construcción, el tipo de vegetación, las inundaciones y la acción de las olas resultantes. Cabe mencionar que El Pacífico norte occidental es la región de ciclones tropicales más activa. También es la región donde ocurre el mayor número de ciclones tropicales intensos. La evolución de los ciclones tropicales se vigila en casi todos los países que pueden verse afectados por dichos sistemas.

Ejemplos

Uno de los ciclones más famosos de Estados Unidos registró una cifra de muertos mucho menor, pero eso no quiere decir que fuera menos devastador para los habitantes de Nueva Orleáns. En 2005, Katrina mató apenas a dos mil personas. Pero muchas otras se vieron desplazadas y perdieron sus casas. Los daños totales se estimaron en alrededor de 108.000 mil millones de dólares (92.000 millones de euros). Es uno de los peores casos de destrucción natural en la historia mundial. Katrina arrasó con Nueva Orleans. El 80% de la ciudad se inundó, en algunas zonas el agua alcanzaba una altura de seis metros.

El huracán se formó a partir de un sistema de aire húmedo y cálido a lo largo de una zona de baja presión, que se juntó con los remanentes de una tormenta tropical. Durante su recorrido por el golfo de México, Katrina llegó a ser un huracán de categoría 5, la máxima en la escala de intensidad, con vientos de más de 280 km/h. Al tocar tierra en el sudeste de Luisiana, sin embargo, bajó a categoría 3. “El daño hubiera podido ser mucho peor”, dice McNoldy.



Figura 7. Katrina tocó tierra como categoría 3, un poder suficiente para causar destrucción a su paso (bbc, 2020) .

Huracanes

Se define a un huracán como una gran depresión tropical no frontal o ciclón, con vientos que sobrepasan los 119 km/hr (una tormenta tropical tiene vientos entre 63 y 119 km/hr) Romero, 2023). La temporada de huracanes en la Cuenca del Gran Caribe es entre los meses de junio y noviembre, y el 84 por ciento de las veces ocurren en agosto y septiembre. Los huracanes pueden causar daños por la potencia de sus vientos, sus precipitaciones y las olas ciclónicas. Los vientos que alcanzan los 162 km/hr causan daños menores, como por ejemplo, romper ventanas. Sin embargo, al sobrepasar esta velocidad, pueden causar daños estructurales. Las precipitaciones fuertes pueden causar el desbordamiento de ríos, poniendo en peligro a todas las estructuras y medios de comunicación de los valles, así como también pueden provocar derrumbes.

Un dato interesante es que también se suelen llamar a estos eventos como tormentas por otros nombres, como tifones, dependiendo del lugar en el que se produzcan. Los ciclones tropicales que se forman sobre el Océano Atlántico o el Océano Pacífico oriental son los que conocemos como "huracanes". Muy interesante (Romero, 2023).

Ejemplos

El huracán Hugo llegó a tierra como una tormenta de Categoría 4 en Carolina del Sur y como devastador huracán de categoría 5 que desoló Puerto Rico, Saint Croix (isla del mar Caribe y distrito constituyente de Estados Unidos en las Islas Vírgenes), matando a más de 50 personas en total. La tormenta provocó pérdidas de miles de millones de dólares en daños y a día de hoy sigue siendo la tormenta más costosa de la historia de Estados Unidos.



Imagen 8. Huracan Hugo (Joaquín Villamil, 2019).

Medidas de mitigación

La NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) controla dos satélites GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) que mantienen sus ojos en los huracanes desde muy lejos de la superficie de la Tierra, a más de 35,800 kilómetros, con objeto de vigilar, informar y prevenir a la Tierra.

Para hacer frente a los riesgos geológicos costeros, es fundamental implementar medidas de mitigación adecuadas. Algunas de las medidas comunes incluyen:

- La construcción de estructuras de protección costera, como diques, rompeolas y barreras naturales, para reducir el impacto de las olas y corrientes marinas.
- La restauración y conservación de los ecosistemas costeros, como manglares, dunas y marismas, que actúan como barreras naturales contra los riesgos geológicos costeros.
- Implementación de sistemas de alerta temprana de tsunamis y sistemas de evacuación eficientes para minimizar el riesgo de pérdidas humanas.
- Adopción de prácticas de ordenamiento territorial y planificación adecuada para evitar la construcción en áreas de alto riesgo geológico costero.
- Monitoreo continuo de los cambios en el terreno y la erosión costera mediante tecnologías como la teledetección y los sistemas de información geográfica.

De igual forma, algunas recomendaciones son enseñar a los miembros de la familia cómo y cuándo desconectar el gas, la electricidad y el suministro de agua. Mostrar en las noticias los números de servicios de emergencia, la policía o departamento de bomberos y qué estación de radio sintonizar para oír información de emergencia. Algo esencial es proteger las ventanas y tener a la mano artículos de emergencia.

Erosión costera

La erosión costera es el proceso de desgaste y pérdida de la costa debido a la acción de las olas, las corrientes marinas y otros factores. Puede provocar la disminución de playas, la degradación de acantilados y la pérdida de terreno costero.

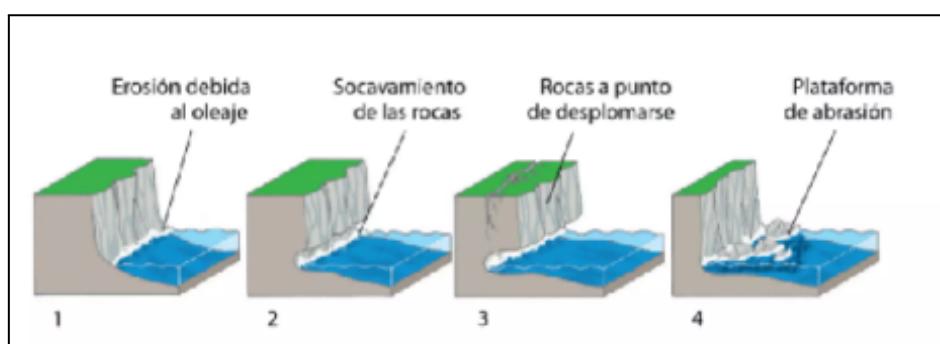


Figura 9. Muestra el proceso de erosión costera (Slideshare.net, 2023).

Ejemplo

Un ejemplo real que ha ocurrido erosión costera es La isla de Sylt en Alemania ya que experimentó una erosión significativa de sus playas debido a la acción de las olas y las corrientes marinas.



Figura 10. Playa arenosa afectada fundamentalmente por los procesos erosivos y sedimentarios asociados al oleaje (playa de Caños de Meca, Cádiz (Javier Benavente, 2009).

Medidas de mitigación

Se pueden implementar medidas de mitigación la construcción de estructuras de protección costera, desde diques y rompeolas, la revegetación de las dunas costeras para estabilizarlas, y la planificación adecuada del desarrollo costero para evitar construcciones en áreas vulnerables.

El monitoreo continuo también podría ayudar a estar observando los cambios en el terreno y la erosión costera mediante tecnologías como la teledetección y los sistemas de información geográfica.

Inundaciones costeras

Las inundaciones costeras, ocurren cuando el nivel del mar se eleva y las aguas invaden áreas bajas de la costa. Esto puede ser causado por tormentas, huracanes, marejadas ciclónicas o tsunamis.

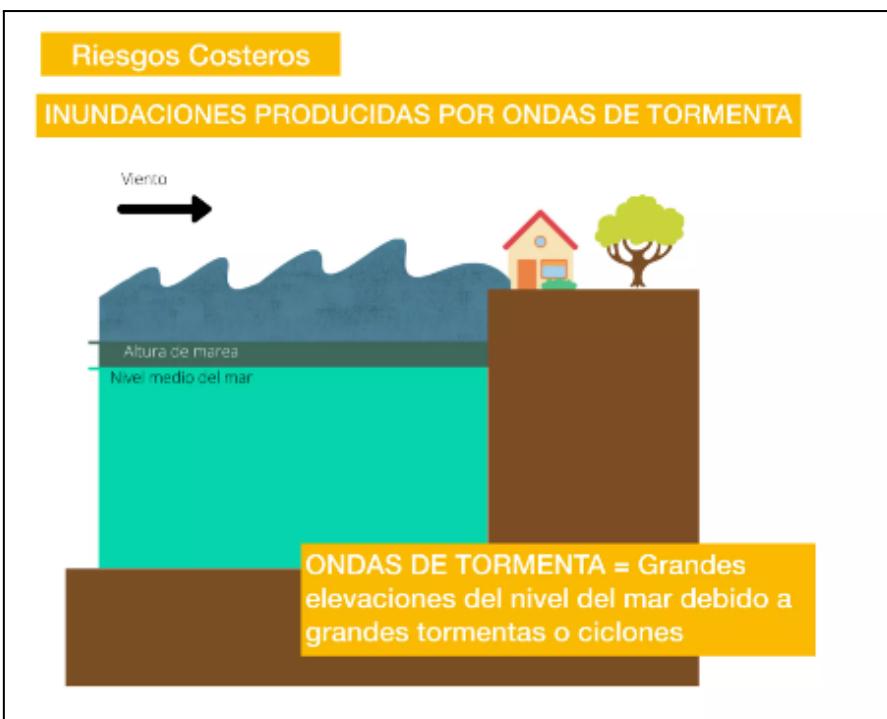


Figura 11. Inundaciones en la costa (Slideshare.net, 2023).

Las fuertes lluvias pueden provocar el ascenso de los niveles de las aguas costeras inhibiendo el flujo de las precipitaciones del interior hacia el mar, lo que trae como resultado una inundación generalizada, fundamentalmente en zonas costeras asociadas a desembocaduras (estuarios y deltas).

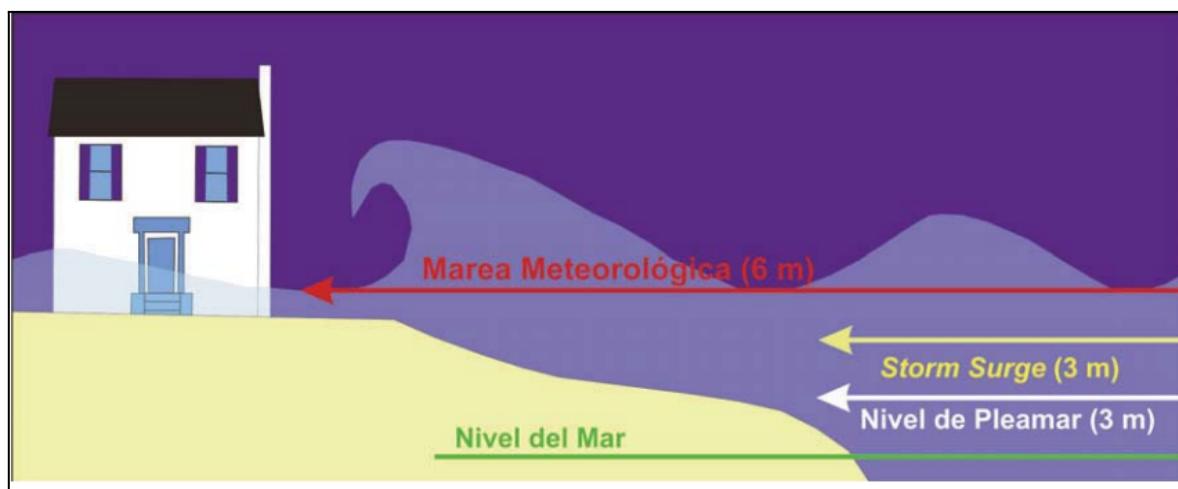


Figura 12. Componentes de la inundación costera en una costa marítima sometida a la acción de un temporal marítimo (Javier Benavente, 2009).

Medidas de mitigación

Algunas medidas para mitigar el riesgo que se pueden establecer son sistemas de alerta temprana para informar a las comunidades costeras sobre la posibilidad de inundaciones, construir defensas costeras, como diques y barreras, y promover la planificación adecuada del uso de la tierra, evitando la construcción en áreas propensas a inundaciones. Sin embargo en algunos casos el desplazamiento de estructuras, es la única solución que se tendría para no generar desastres.

Deslizamientos de tierra

Los deslizamientos de tierra son considerados como movimientos de masa de suelo o roca que se desprenden y deslizan hacia el mar desde acantilados o laderas costeras. Estos deslizamientos pueden ser desencadenados por la erosión costera, la inestabilidad del terreno o terremotos.

Ejemplo

Un ejemplo ocurrido es en la costa de California, ya que en este territorio los deslizamientos de tierra son comunes debido a la inestabilidad del terreno. Tal fue el caso notable del deslizamiento de tierra de La Conchita en 2005.



Imagen 13. Colada fangosa en "La Conchita" California (EEUU) en 2005.

Medidas de mitigación

Se pueden llevar a cabo medidas de mitigación a través de estudios geotécnicos para identificar áreas propensas a deslizamientos, implementando sistemas de monitoreo para detectar movimientos del terreno, y establecer regulaciones de construcción que eviten la ubicación de estructuras en zonas de alto riesgo.

Intrusión de agua salada

Se produce cuando el agua salada del océano se introduce en acuíferos costeros debido a la sobreexplotación del agua dulce o al aumento del nivel del mar. Esto puede afectar la disponibilidad de agua potable en áreas costeras.

Actividades antropogénicas

Cabe mencionar que las actividades antropogénicas como obras de defensa costera también afectan a la estabilidad de las playas. Los diques, espigones y obras portuarias interrumpen el transporte longitudinal de sedimento, creando zonas de depósito aguas arriba de la estructura y áreas sometidas a erosión aguas abajo, e incluso llegan a cambiar la morfología costera al variar el ángulo de incidencia del oleaje (Martinez et al., 2002). Estos efectos de los espigones se conocen desde hace miles de años y en España existen multitud de ejemplos que los ilustran. En cuanto a las estructuras paralelas a la línea de costa, como rompeolas y recubrimientos, acaban generando otros problemas como la desaparición de las playas que tienen delante, por aumento de la energía reflejada, o el aumento de las corrientes de resaca en el caso de estructuras exentas y sumergidas (Javier Benavente, 2009).

Conclusión

Finalmente gracias a la elaboración de esta investigación, fue posible identificar que los riesgos geológicos costeros representan una amenaza seria para las áreas costeras en todo el mundo. La erosión costera, las inundaciones, los deslizamientos de tierra, los tsunamis y la subsidencia del terreno pueden tener impactos devastadores en las comunidades costeras, así como también presentar daños en la infraestructura y el medio ambiente.

Sin embargo, ya existen medidas de mitigación que a través de su implementación, se ha podido mantener preparadas a algunas comunidades alrededor del mundo hablando específicamente de las zonas costeras. Algunas de estas medidas de mitigación adecuadas que se mencionaron fueron, la construcción de estructuras de protección costera, la conservación de los ecosistemas costeros y la planificación adecuada del desarrollo, con esto se podría decir que es posible reducir la vulnerabilidad y minimizar los efectos de estos riesgos geológicos costeros.

Considero que es esencial e importante que exista un apoyo en conjunto por parte de los gobiernos, las comunidades y los expertos. Ya que al trabajar juntos se podrá garantizar la seguridad y la sostenibilidad de las áreas costeras en el futuro. Por último es importante contribuir al estudio e investigaciones para la Gestión y reducción del riesgo.

Bibliografía

- Cadena. (2010). AMENAZAS COSTERAS. IDEAM.SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Bogotá, D. C.
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/23877/Amenazas+Costeras.pdf/2d134cc7-063e-43c3-8ef2-c76fa25c1cdd>
- Chávez. (2019). Aquel 12 de diciembre de 1979, a las 3 de la mañana.
<https://blogs.elespectador.com/cultura/paziflico-cultura-y-mas/aquel-12-diciembre-1979-las-3-la-manana>
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. (1991). Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños.
<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch010.htm>
- Javier Benavente, Laura Del Río y F. Javier Gracia. (2009). RIESGOS LITORALES. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (17.3) 277-283 I.S.S.N.: 1132-9157
- Madrid. (2023). Tsunami: Generalidades, Etapas y Clasificación.
<https://geoplaneta.net/tsunami-generalidades-etapas-y-clasificacion/>
- Romero. (2023). Los huracanes más devastadores de la historia. Muy interesante.
<https://www.muyinteresante.es/naturaleza/1645.html>
- Serrano. (2020). Huracán Katrina: las condiciones que lo convirtieron en el huracán más destructivo de la historia de EE.UU. (y qué tan probable es que vuelva a ocurrir una tragedia similar). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53786487>
- Slideshare.net (2023). RIESGOS COSTEROS.
https://es.slideshare.net/jmsantaeufemia?utm_campaign=profiletracking&utm_medium=sssite&utm_source=ssslideview
- VV.AA. (2005). Monográfico: Tsunami. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 13.1, AEPECT, 1-84.