

Curso de posgrado

LA GEOMORFOLOGÍA Y *CAMBIO CLIMATICO*

SEPTIEMBRE 2022

Docentes: *Gabriella M. Boretto (CICTERRA-CONICET-UNC)* *Marcela A. Cioccale (FCEfyN-UNC)*

Tema 4

Geomorfología aplicada a Amenazas naturales y antrópicas. Geomorfología predictiva: modelos dinámicos aplicados a prevención de desastres provocados por fenómenos climáticos extremos: *Stormy geomorphology*.

Geomorfología aplicada a amenazas naturales y antrópicas

NADA ES SEGURO EN LA VIDA

Al cruzar un camino existe el riesgo de ser lesionado por un auto, en la casa existe un riesgo diario de accidente o incendio.

Ante ello todos tomamos medidas para minimizar el riesgo.

Cuando cruzamos el camino, practicamos nuestro ritual de protegernos contra los vehículos. Cuando abandonamos la casa apagamos todas las fuentes de calor y los artefactos eléctricos para disminuir al mínimo los riesgos de incendio.

Los *niveles bajos* de riesgo los aceptamos.

En cambio, tratamos de tomar medidas contra los *niveles altos* de riesgo.

PELIGRO

RIESGO

IDENTIFICARLOS Y PREVENIR



¿Qué es el **Riesgo**?

En 1979, una convención de expertos de la Oficina de las Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastre (UNDRO) estableció la definición de riesgo para la evaluación en desastres naturales.

El término riesgo se refiere a la probabilidad de ocurrencia de pérdidas por la acción de una amenaza determinada sobre un elemento en riesgo, durante un período específico en el futuro.

Según la manera en que se defina el elemento en riesgo, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, o según el número de vidas perdidas o la extensión del daño físico a la propiedad.

RIESGO = Amenaza x Vulnerabilidad

$$**R = A \times V**$$

Riesgo = Probabilidad de ocurrencia de pérdidas por acción de una amenaza sobre un elemento en riesgo, durante un período específico en el futuro.

¿Cómo se determina el Riesgo?

Tres componentes que deben cuantificarse separadamente:

Probabilidad de acontecer la amenaza

Posibilidad de experimentar una amenaza natural o tecnológica en un lugar o región.

Elementos en riesgo

Identificación e inventario de gente, edificaciones u otros elementos que podrían verse afectados en caso de ocurrir la amenaza y, donde sea necesario, la estimación de su valor económico

Vulnerabilidad de los elementos en riesgo

Qué daño sufrirán la gente y las construcciones u otros elementos si están expuestos a algún nivel de peligro

Clases de riesgos

Evitable

En su origen o sus consecuencias se pueden anular (con factibilidad técnica y económica).

Controlable

Se puede predecir y evaluar. Las consecuencias se pueden atenuar o mitigar, pero no dominar totalmente.

Incontrolable

La capacidad de predicción y evaluación es incompleta. Ciencia y tecnología no pueden brindar soluciones viables.

Riesgo Aceptable

El que la comunidad esta dispuesta a asumir a cambio de algún beneficio. Es la diferencia entre el nivel de riesgo que se decide o puede controlar y la magnitud máxima previsible del riesgo

Riesgo de Desastres Naturales

El riesgo de desastres naturales es algo que todos enfrentamos, siendo ese riesgo para algunos más alto que para otros. Donde vivimos, en qué vivimos y lo que hacemos son determinantes de nuestros riesgos.

La importancia que tiene el riesgo de desastres naturales comparado con otros riesgos en nuestras vidas determinará si hacemos algo en este sentido y en qué medida lo hacemos.

La toma de conciencia del riesgo de parte del público en general y la percepción de cómo ese riesgo se compara con otros, determinará la actitud de la sociedad para reducirlo.

RIESGO = Amenaza x Vulnerabilidad

$$**R = A \times V**$$

¿Qué es una **Amenaza**?

¿Qué es una **Vulnerabilidad**?

¿Qué es una **Amenaza**?

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dañino, con un cierto nivel de magnitud y en un espacio y tiempo determinados.

Las amenazas naturales son fenómenos potencialmente peligrosos tales como terremotos, erupciones volcánicas, aludes, marejadas, ciclones tropicales y otras tormentas severas, tornados y vientos fuertes, inundaciones de ríos y de zonas costeras, incendios forestales y las humaredas resultantes, sequías e infestaciones.

Amenaza = Peligro

La amenaza está relacionada con el peligro que significa la posible ocurrencia de un fenómeno de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado.

- ❖ Reconocimiento de su existencia
- ❖ Determinación de áreas afectables
- ❖ Estimación de la probabilidad de ocurrencia
- ❖ Evaluación de los efectos si ocurre el evento
- ❖ Evaluación de la capacidad de manejarlo
- ❖ Decisión de aceptarlo o no

Fenómenos Naturales Potencialmente Peligrosos

HIDROLOGICOS

Inundaciones costeras

Desertificación

Salinización

Sequía

Erosión y sedimentación

Inundaciones de ríos

Tempestades marinas y
marejadas

ATMOSFERICOS

Tempestades de granizo

Huracanes

Rayos

Tornados

Tempestades tropicales

INCENDIOS

Arbustal

Bosques y Montes

Pastos

Sabana

Fenómenos Naturales Potencialmente Peligrosos

SISMICOS

Movimiento de fallas
Licuefacción
Tsunamis

VOLCANICOS

Tefra (ceniza, "lapilli")
Gases
Flujos de lava
Flujos de lodo
Proyectiles y explosiones
laterales
Flujos piroclásticos

OTROS FENOMENOS

GEOLOGICOS

Flujos de derrubio
Suelos expansivos
Deslizamientos de tierra
Caída de rocas
Hundimiento
Colapsos de terreno

AMENAZA HIDROLOGICA

Inundaciones costeras

Algunos de los efectos más notables del cambio climático sobre los ambientes marinos y costeros son:

1. erosión costera,
2. aumento del nivel del mar,
3. mayor frecuencia y magnitud de tormentas extremas,
4. la acidificación del océano,
5. la pérdida de biodiversidad



AMENAZA HIDROLOGICA

Desertificación

La desertificación se asocia a la pérdida y degradación del suelo, lo que conlleva pérdida de biodiversidad, pérdida de capacidad de captación de carbono, y un aumento en el albedo de superficie, entre otras consecuencias.



Amazonas

Cómo el Amazonas distribuye la lluvia por toda Sudamérica

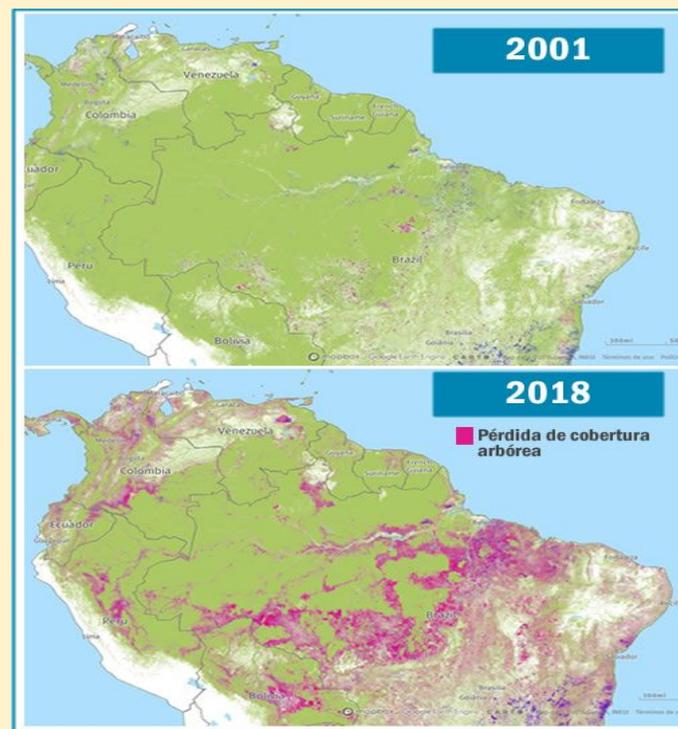
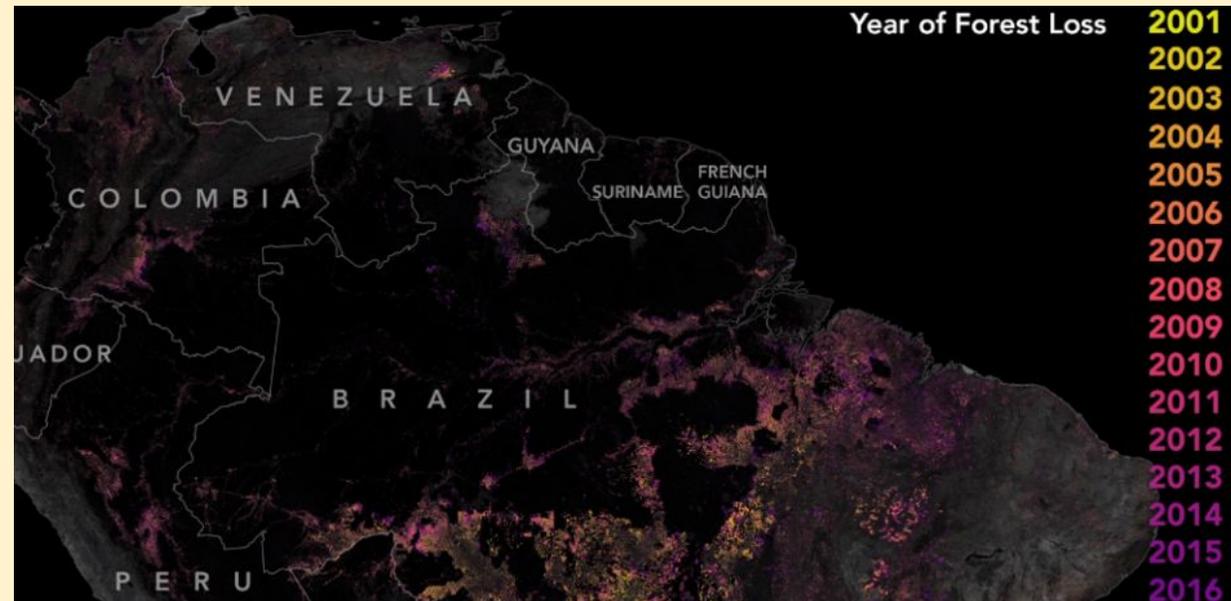
- 2** Impulsadas por los vientos alisios, las nubes avanzan hasta la selva - donde caen en forma de lluvia - y se recargan de la humedad que evapora la vegetación.
- 1** En la franja ecuatorial del océano Atlántico se produce una intensa evaporación, que carga a las nubes de humedad.



Llegando a la cordillera de los Andes, las lluvias contribuyen a la formación de ríos amazónicos.



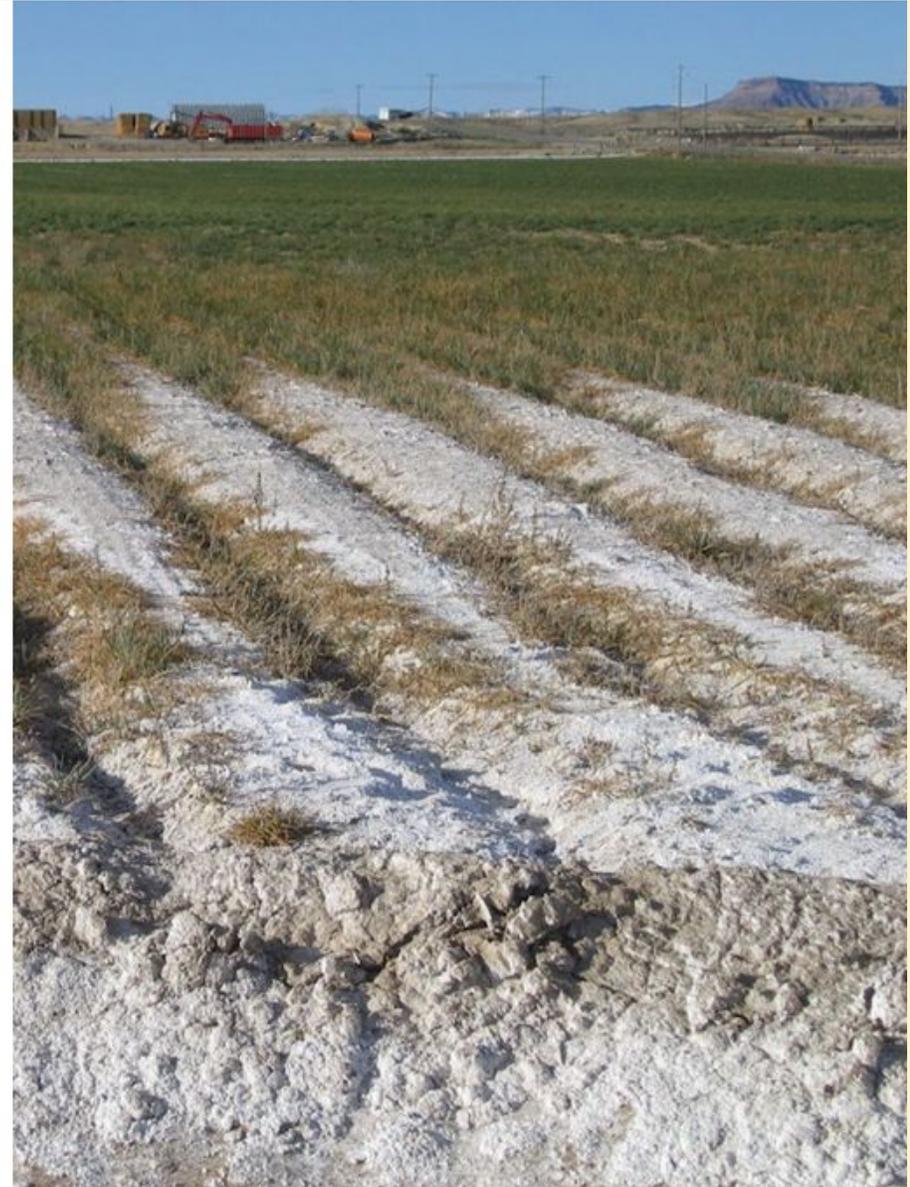
- 4** Parte de esa humedad se convierte en lluvia en Brasil y en la cuenca del Río de la Plata.



AMENAZA HIDROLOGICA

Salinización

La salinización es proceso químico de origen natural o inducido por las actividades antrópicas mediante el cual ocurre el aumento, ganancia o acumulación de sales solubles en el suelo, lo cual tiene implicaciones negativas sobre los servicios y las funciones ecosistémicas y ambientales que ofrecen los suelos.



AMENAZA HIDROLOGICA

Erosión y sedimentación



AMENAZA HIDROLOGICA

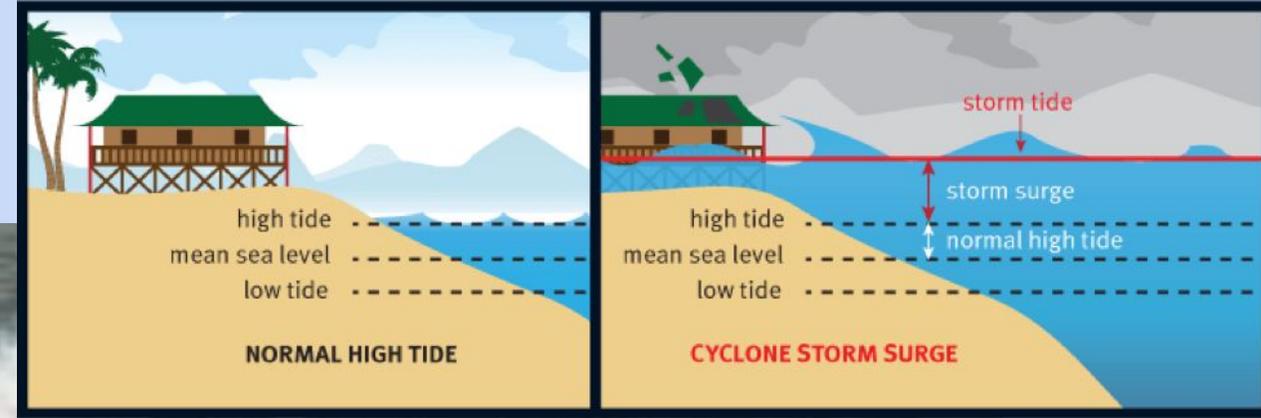
Inundaciones de ríos



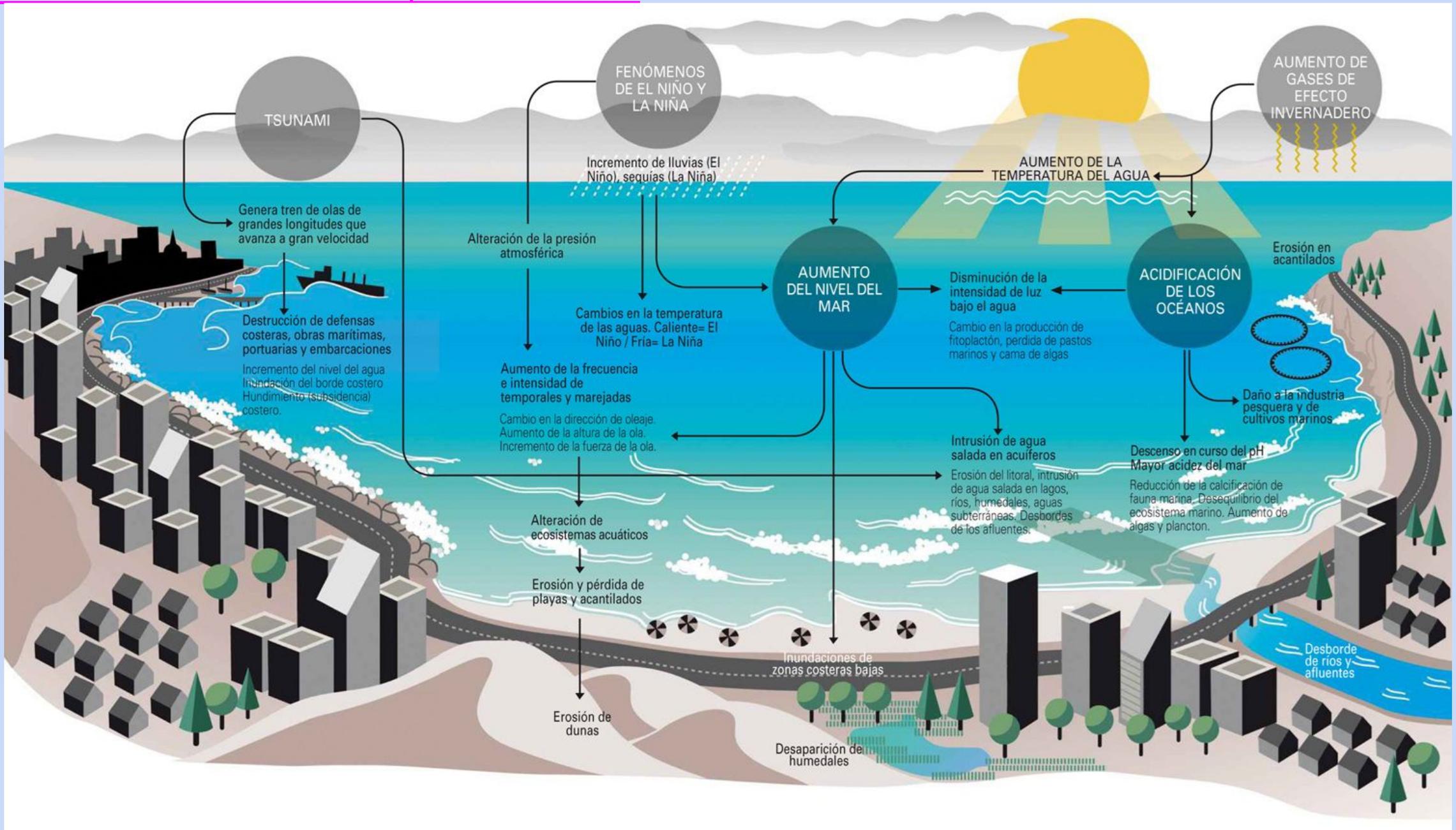
AMENAZA HIDROLOGICA

Marejada

Las marejadas se definen como un levantamiento inusual del agua de mar debido a la acción de una tormenta sobre la marea astronómica normal. Por extensión el término también se aplica a mar de fondo con alturas de oleaje y períodos suficientemente grandes como para producir sobrepasos en zonas litorales urbanizadas.



AMENAZA HIDROLOGICA - Ej. Costa chilena



AMENAZA ATMOSFERICA Tempestades de granizo



AMENAZA ATMOSFERICA Tempestades tropicales

Ciclón tropical es un sistema tormentoso caracterizado por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión que produce fuertes vientos y abundantes lluvias. Dependiendo de su fuerza un ciclón tropical puede llamarse depresión tropical, tormenta tropical, huracán y según su localización se llaman tifón o ciclón.



Los ciclones se desarrollan sobre extensas superficies de aguas cálidas y cuando las condiciones atmosféricas alrededor de una débil perturbación en la atmósfera son favorables.



DEPRESIONES, TORMENTAS TROPICALES Y HURACANES

Un huracán es una perturbación ciclónica con un centro de muy baja presión atmosférica llamada "ojo", a su alrededor sopla vientos a gran velocidad y traen lluvias torrenciales. Para llegar a convertirse en huracán, los ciclones tienen que pasar por diversas etapas.

NOMBRES DE TORMENTAS Y HURACANES

Las tormentas tropicales y los huracanes son nombrados por la Organización Meteorológica Mundial y el Servicio Meteorológico de Estados Unidos en una lista ordenada alfabéticamente. Estos tienen que ser cortos sencillos y fáciles de recordar. Se utiliza nombres de hombres y mujeres para una comunicación efectiva en la identificación de estos fenómenos. Los nombres pueden ser utilizados más de una vez, siempre y cuando no hayan sido devastadores.

EL ORIGEN:

Los ciclones se forman sobre las cálidas aguas del trópico, a partir de disturbios atmosféricos como los sistemas de baja presión ondas tropicales, frentes fríos o de un centro de baja presión en los niveles altos de la atmósfera. No todos se convierten en huracanes.

DEPRESIÓN TROPICAL

Ciclón tropical en el que el viento medio máximo en su superficie es de **62 Km/h** o inferior.

TORMENTA TROPICAL

Ciclón tropical bien organizado de núcleo caliente en el que el viento medio máximo en superficie es de **63 a 118 Km/h**. Recibe un nombre oficial.

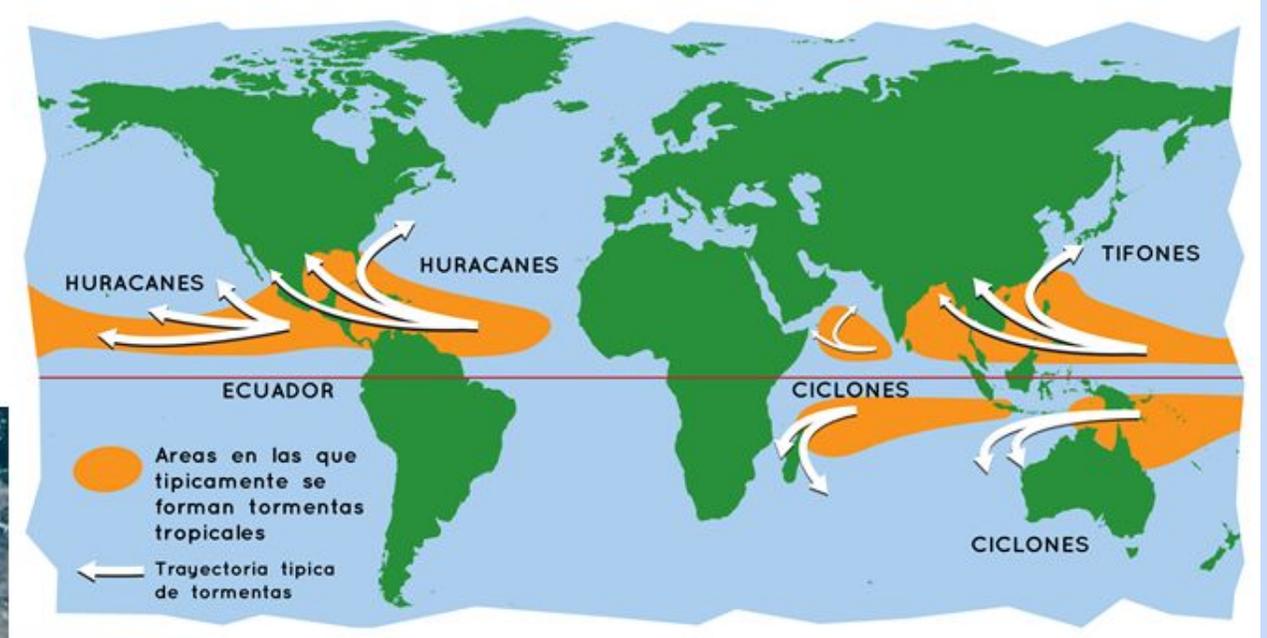
HURACÁN

Ciclón tropical de núcleo caliente en el que el viento máximo en superficie es de **119 Km/h** o superior, se clasifican en 5 categorías en la Escala Saffir-Simpson.



AMENAZA ATMOSFERICA Huracanes

Un huracán es una forma severa de tormenta tropical. Los huracanes producen vientos fuertes, mayores a 250 km/h, lluvias abundantes y tormentas eléctricas. Los huracanes y las tormentas tropicales también pueden generar tornados y causar inundaciones.



Escala de huracanes Saffir-Simpson

El huracán Irma es de categoría 5.
Sus vientos superan los 300 km/h

Categoría 1



Vientos entre 119-153 km/h

Algunos daños y cortes de electricidad.

Categoría 2



Vientos entre 154-177 km/h

Grandes daños

Categoría 3



Vientos entre 178-208 km/h

Las viviendas bien construidas sufren daños graves

Categoría 4



Vientos entre 209-251 km/h

Las viviendas bien construidas sufren daños graves. Los árboles pueden ser derribados

Categoría 5



Vientos superiores a 252 km/h

Muchas construcciones quedan destruidas y las vías principales sufren cortes

Cómo se forma un huracán

Ojo

El "agujero" en el centro de la tormenta. Es un área de calor de aparente 'calma' que tiene entre 30km y 60km de diámetro y donde no hay nubes. Es allí que el agua sigue evaporándose para alimentar el huracán



Pared del ojo

Una especie de anillo de nubes y tormentas eléctricas alrededor del ojo, donde los vientos son más fuertes y suben en movimientos espirales

1.

Cuando la temperatura de la superficie del mar alcanza más de 26° C, el agua se evapora más rápidamente, formando nubes de lluvia. La presión atmosférica baja y el aire sube más rápido

2.

Vientos en direcciones y temperaturas opuestas se encuentran y forman un remolino

3.

Cuanto más rápidos los vientos, menor la presión atmosférica en el centro del remolino. El huracán vaganando fuerza.



Ciclo de vida



Formación

Tormentas en áreas de disturbio atmosférico en el océano



Depresión tropical

Tormentas empiezan a girar alrededor de un centro



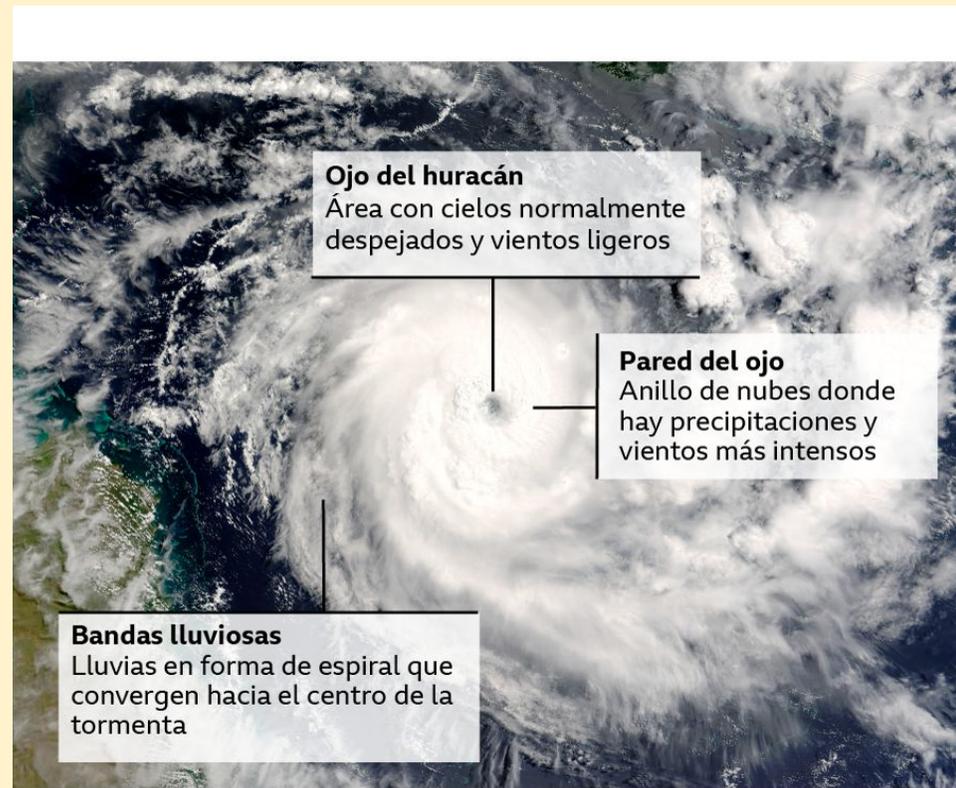
Tormenta tropical

Los vientos empiezan a soplar a más de 62 km/h.



Huracán

La velocidad de los vientos alcanza más de 119 km/h.



Ojo del huracán

Área con cielos normalmente despejados y vientos ligeros

Pared del ojo

Anillo de nubes donde hay precipitaciones y vientos más intensos

Bandas lluviosas

Lluvias en forma de espiral que convergen hacia el centro de la tormenta

AMENAZA ATMOSFERICA Rayos

Los rayos son fenómenos causados por la separación de la carga dentro de las nubes, la cual se maximiza cuando hay más vapor de agua y partículas pesadas de hielo a la atmósfera. Cuanto más rápido son las corrientes ascendentes, más rayos y precipitaciones. El climatólogo David Romps realizó predicciones de precipitación y flotabilidad de las nubes con 11 modelos climáticos diferentes; concluyó que el aumento de las temperaturas como consecuencia del cambio climático podría aumentar hasta en **un 50% la aparición de rayos**



PIRELLA GÖTTSCHE LOWE



AMENAZA ATMOSFERICA Tornados

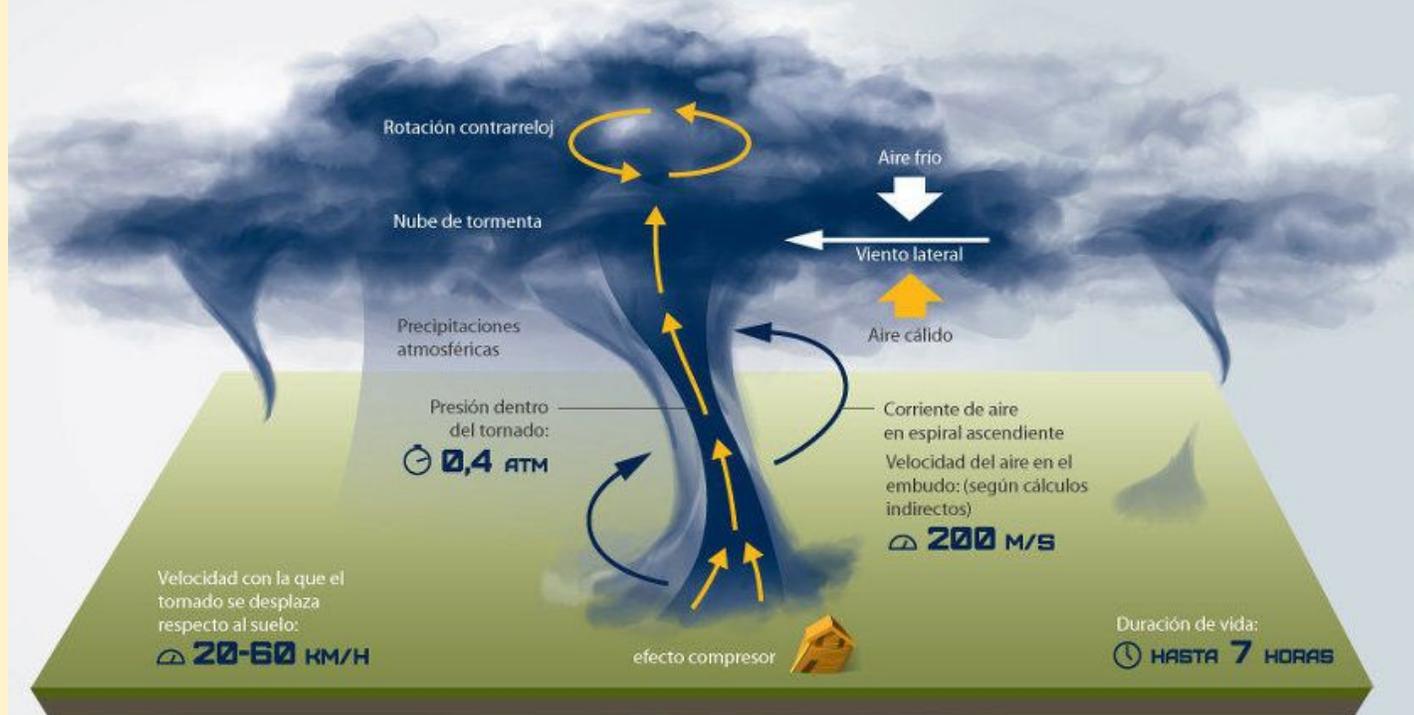
Un tornado es una columna de aire con alta velocidad angular cuyo extremo está tocando la Tierra y el superior con una nube cumulonimbus. Se trata del fenómeno atmosférico ciclónico de mayor densidad energética de la Tierra, aunque de poca extensión y de corta duración (desde segundos hasta más de una hora). Los tornados se presentan en diferentes tamaños y formas pero generalmente tienen la forma de una nube embudo, cuyo extremo más angosto toca el suelo y suele estar rodeado por una nube de desechos y polvo. La mayoría de los tornados cuentan con vientos que llegan a velocidades de entre 65 y 180 km/h, miden aproximadamente 75 metros de ancho, y se trasladan varios kilómetros antes de desaparecer. Los más extremos pueden tener vientos que pueden girar con velocidades de 450 km/h o más, pueden medir hasta 2 km de ancho y permanecer tocando el suelo a lo largo de más de 100 km de recorrido.



TORNADOS: COMO Y POR QUE SE FORMAN

Los tornados son resultado de la confluencia de dos masas de aire de diferente temperatura y humedad, con aire cálido en las capas inferiores y frío en las superiores

- 1 De una nube original de tormenta, surge una nube embudo que queda suspendida en el aire
- 2 Si las condiciones son favorables (la diferencia de temperaturas, el viento, etc.) el vórtice termina de formarse y alcanza el suelo
- 3 Con un cambio en la situación atmosférica, el tornado se va cerrando y separando del suelo, y vuelve a subir a la nube original



TIPOS DE TORNADOS:



En forma de látigo
El tipo más corriente



Difusos
El ancho puede superar la altura



De vórtices múltiples
Por lo general, son potentes y muy destructivos

Peor tornado en la historia de la humanidad:



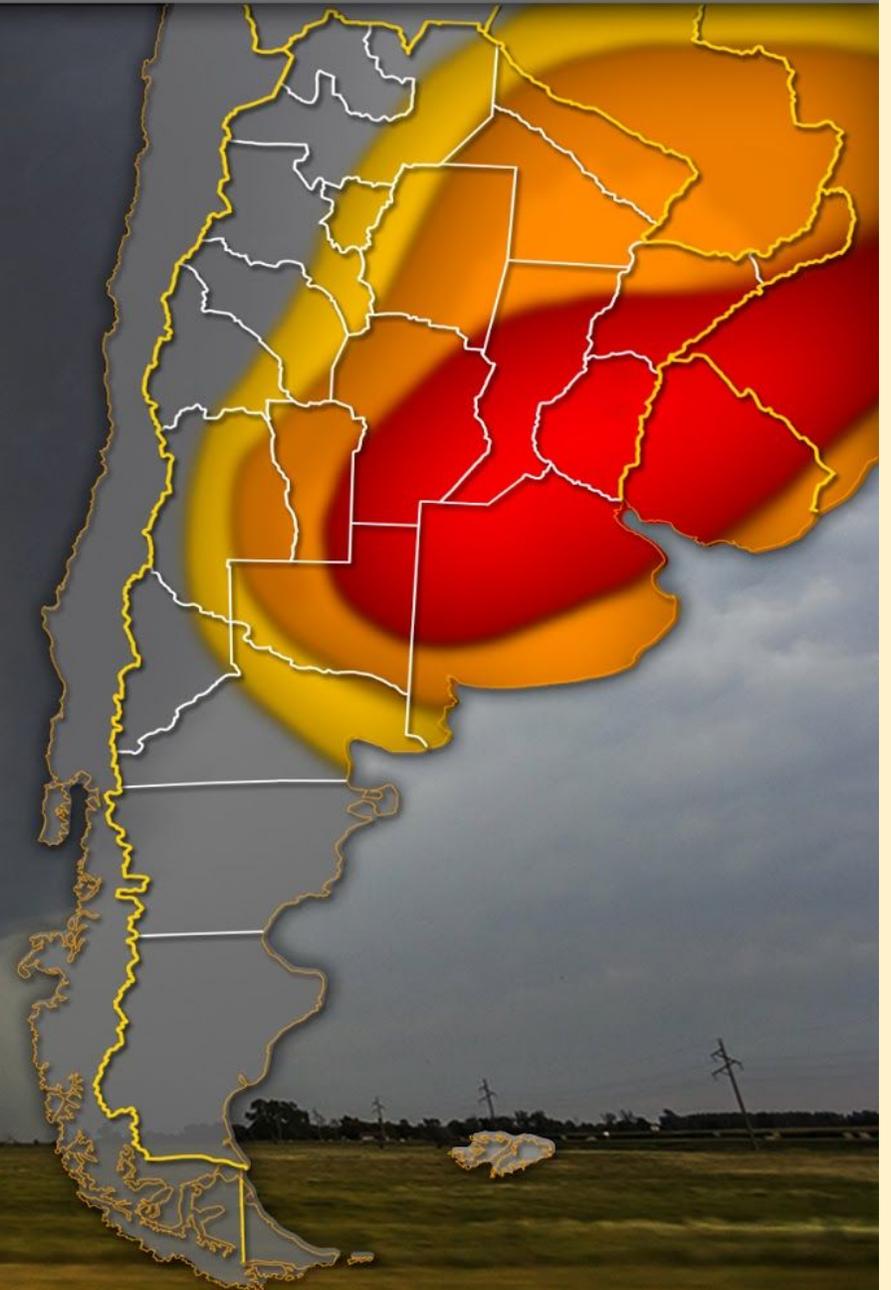
Lugar: ciudad de Satoria (Bangladesh)

Fecha: el 26 de abril de 1989

Número de muertos: 1.300 personas



Riesgo de tornados en Argentina
según Frecuencia e Intensidad



Clasificación de los incendios forestales

Superficiales:

El fuego se propaga por el suelo, no más de 1.5 metros de alto.



- La vegetación afectada se recupera rápidamente con las primeras lluvias.
- En México este tipo de incendios es el más común.

Aéreos o de copa:

El fuego alcanza la copa de los árboles y se expande a través de ellas.



- Son los más peligrosos
- Causa graves daños a la flora.

Subterráneos:

Ocurre en pocas ocasiones. El fuego se expande por debajo de la superficie entre rocas y raíces.

Estos incendios pueden convertirse en superficiales.



- A simple vista no parecen incendios ya que solo emiten humo, no obstante el problema se encuentra debajo.
- La complejidad en la que se desarrollan los vuelve difíciles de controlar

Tipos de incendios:

Según por dónde se propaga:

De subsuelo: El incendio se propaga por la materia orgánica acumulada en forma de turbera o por raíces. Estos incendios se expanden despacio, manteniendo una combustión muy lenta (con poca o ninguna llama). Solo se detectan por el calor residual que hay en el suelo y eventualmente por humo.

De superficie: El incendio se propaga por el combustible que se encuentra en el suelo (hojarasca bajo arbolado, pastos, matorrales, arbustos o ramas de árboles).

De copas: El incendio se propaga por las copas de los árboles. Puede hacerlo:

- **De forma pasiva:** El fuego afecta a las copas de los árboles junto a un fuego de superficie, del que depende para su propagación. El proceso por el cual pasa de superficie a copas se conoce como antorcho.
- **De forma activa:** El fuego se propaga por las copas de los árboles independientemente de si hay fuego en superficie. Son escasos y muy violentos. Necesitan viento fuerte y proximidad entre las copas.



Incendio de subsuelo



Incendio de superficie



Incendio de copas

AMENAZA INCENDIOS Arbustal

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede afectar o abrasar algo que no está destinado a quemarse. **Incendio arbustal**. En los ecosistemas semiáridos, las comunidades vegetales han evolucionado en presencia de fuegos frecuentes. Eso hace que muchas especies, hayan desarrollado mecanismos que les permiten tolerar su acción. Su propagación es rápida y no alcanza a modificar la capa superficial del suelo.



AMENAZA INCENDIOS Bosques y Montes

Depende de la escala del análisis, tanto espacial como temporal los efectos de **incendios en bosques y montes** son los más perjudiciales para el ecosistema. Su propagación es más lenta, los árboles afectados, según su composición pueden ser muy combustibles, el fuego afecta sus raíces, por lo que el deterioro del suelo es intenso. La vegetación tarda tiempo en recuperarse, por lo que los daños en el ecosistema son devastadores y hasta irrecuperables. Los incendios forestales producen efectos directos sobre las personas y sus bienes, y sobre el medio, con cuantiosas pérdidas económicas inmediatas, además de la pérdida en la biodiversidad, calidad del aire, emisión de CO₂ y contribución al efecto invernadero, pérdida de suelo, aridización, deterioro del paisaje, entre otros impactos negativos.



AMENAZA INCENDIOS Sabanas

Incendio en pastizales y sabanas



AMENAZA SISMICA



Terremotos



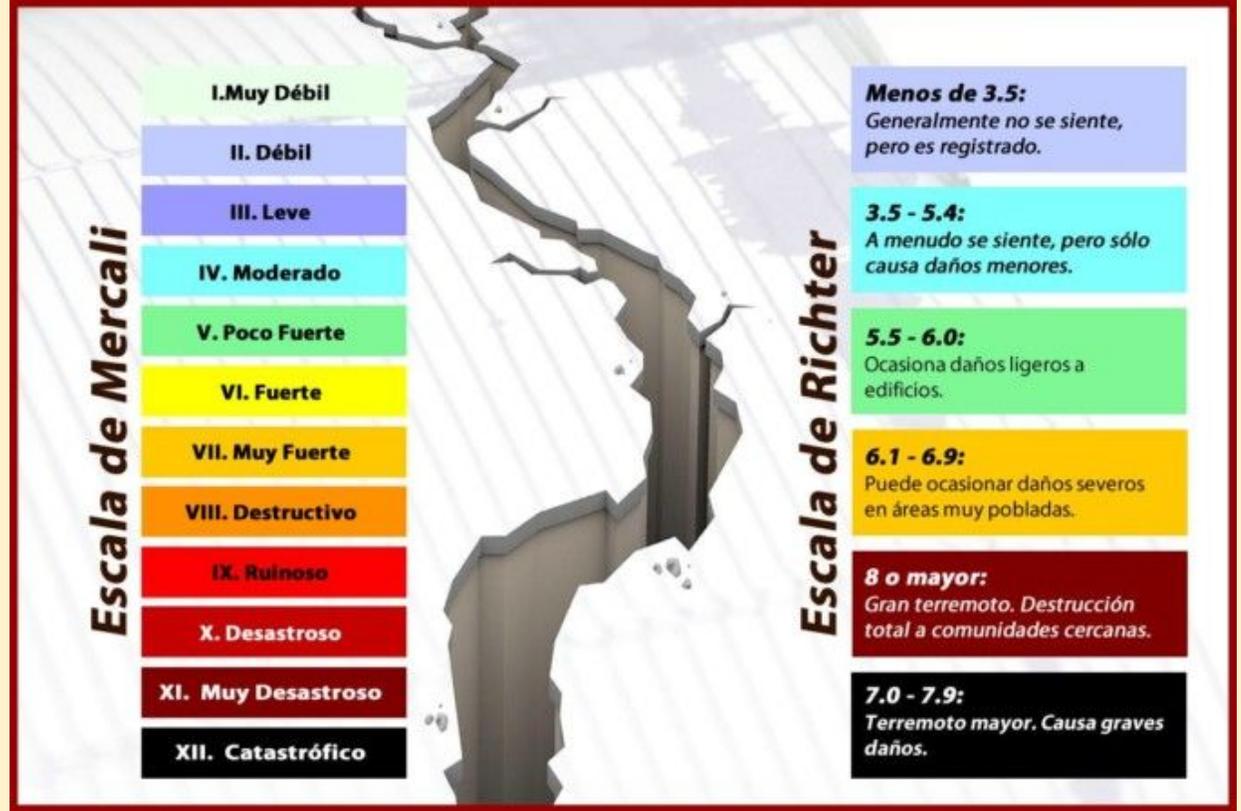
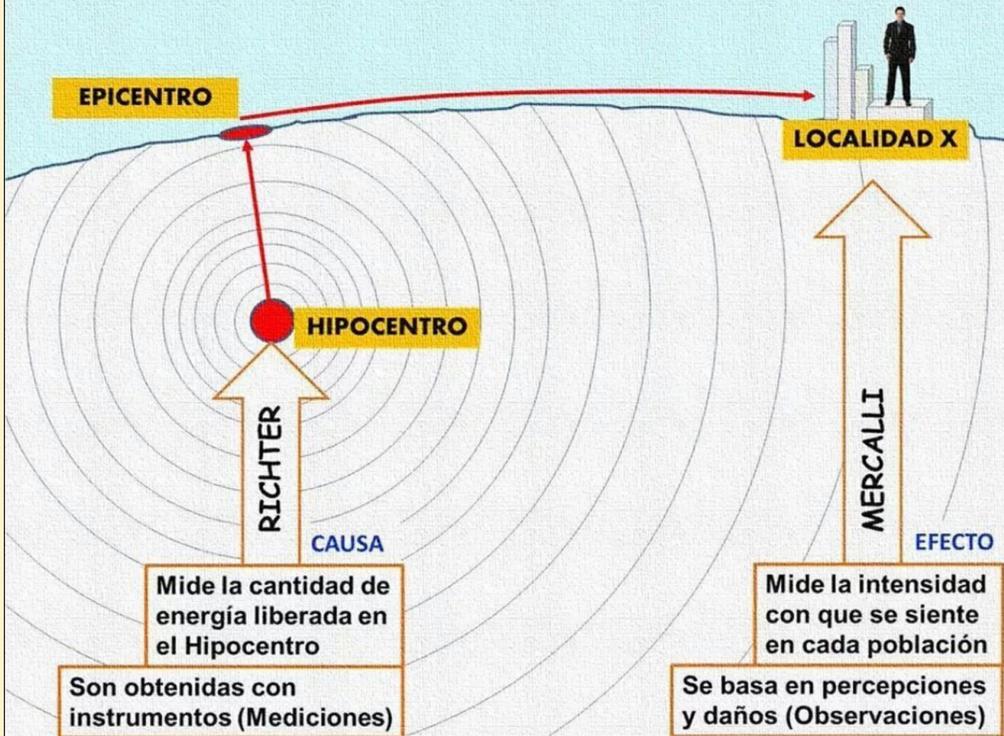
Tsunamis



Licuefacción

RICHTER (MAGNITUD) Y MERCALLI (INTENSIDAD)

¿QUE NOS DICEN ESTAS DOS DIFERENTES ESCALAS DE MEDICIÓN DE SISMOS?

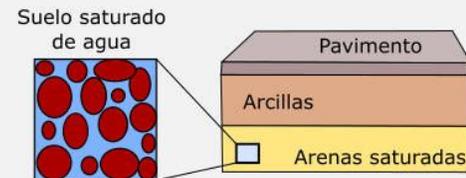


¿Cómo ocurren los tsunamis?

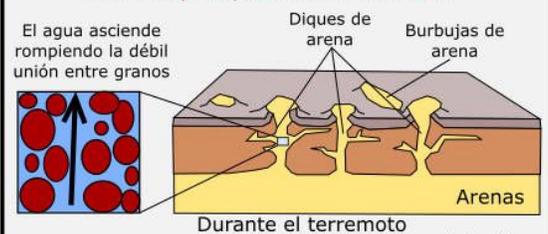


Licuefacción del suelo

Antes de que ocurra la licuefacción



Durante y después de la licuefacción



AMENAZA VOLCANICA



Impacto en las poblaciones próximas



Cenizas



Bombas volcánicas

AMENAZA OTROS FENOMENOS GEOLOGICOS



Flujo de detritos



Caída de rocas



Deslizamiento de tierras



Suelos expansivos

AMENAZA OTROS FENOMENOS GEOLOGICOS

Hundimiento y colapso



¿Qué es la **Vulnerabilidad**?

La vulnerabilidad es la susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a una determinada amenaza.

Los elementos expuestos a daño son: las **personas**, las **edificaciones**, la **infraestructura urbana**, los **servicios públicos**, la **infraestructura económica**, la **producción**, **todas las actividades económicas** y todo el funcionamiento social, *que pueden ser impactados por un desastre.*

Clases de Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad Natural

Todo ser vivo posee una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida, y por las exigencias internas de su propio organismo.

La Vulnerabilidad Física

Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.

La Vulnerabilidad Económica

Los sectores económicamente más deprimidos de la humanidad son, por esa misma razón, los más vulnerables frente a los riesgos naturales.

Clases de Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad Social

El grado de traumatismo social resultante de un desastre es inversamente proporcional al nivel de organización existente en la comunidad afectada. Las sociedades que poseen una trama compleja de organizaciones sociales, tanto formales como no formales, pueden absorber mucho más fácilmente las consecuencias de un desastre y reaccionar con mayor rapidez que las que no la tienen.

La Vulnerabilidad Técnica

La Vulnerabilidad Cultural

La Vulnerabilidad Educativa

La Vulnerabilidad Ecológica

RIESGO = Amenaza x Vulnerabilidad

$$**R = A \times V**$$

$$**Riesgo = (F, E, O) \times E/S**$$

F = Fenómeno

E = Identificación y estudio

O = Obras preventivas, correctivas y de control

E = Grado de exposición

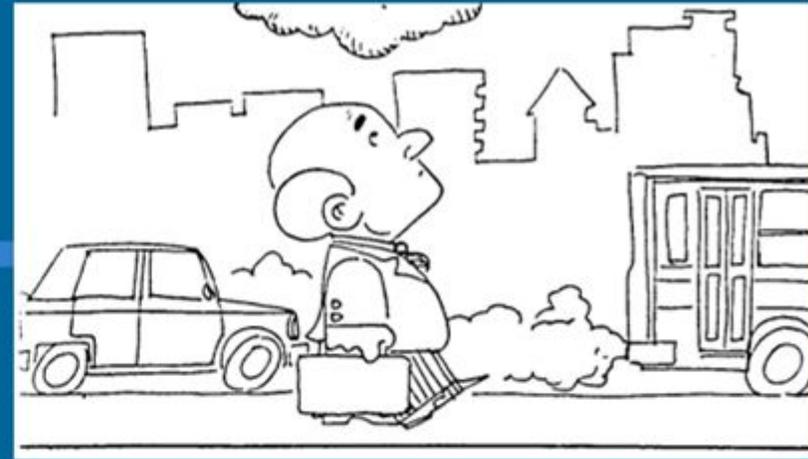
S = Resistencia ante el fenómeno

$$**A = 0**$$

$$**R = 0 \quad \text{si} \quad E = 0**$$

$$**S = infinito**$$

Amenaza: Tormenta
Elemento Vulnerable:
Don Pepe (Pobre)



Vulnerabilidad: Elevada

Exposición: Alta

Resistencia: Mínima

Riesgo: Elevado



Amenaza: Tormenta
Elemento Vulnerable:
Don Pepe (Prevenido)



Riesgo: Moderado



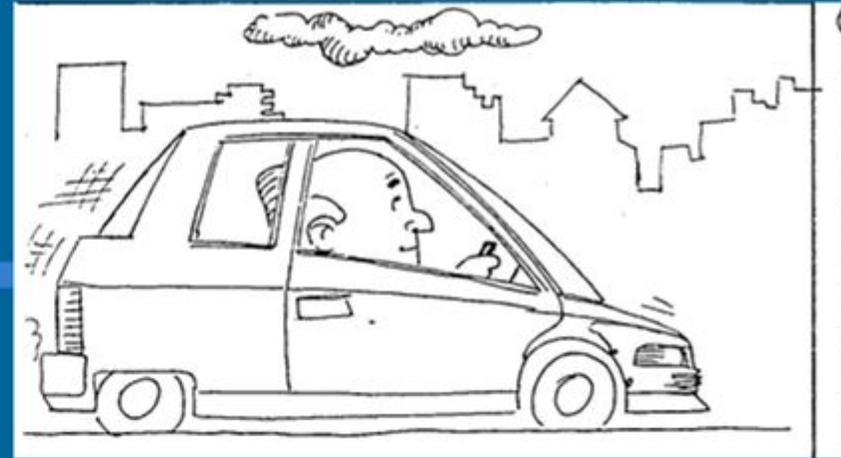
Vulnerabilidad: Moderada

Exposición: Alta

Resistencia: Media



Amenaza: Tormenta
Elemento Vulnerable:
Don Pepe (Rico)



Riesgo: Mínimo

Vulnerabilidad: Baja

Exposición: Mínima

Resistencia: Elevada



Evaluación y valoración del riesgo

Evaluación de riesgo

La cuantificación científica del riesgo proveniente de datos y entendimiento de los procesos implicados.

Valoración de riesgo

El juicio social y político de la importancia de diversos riesgos según son enfrentados por individuos y comunidades. Considera la compensación recíproca de los riesgos percibidos contra los beneficios potenciales, incluyendo también el balance de juicios científicos contra otros factores y creencias.

Percepción del Riesgo

La clave de un programa exitoso para reducir el riesgo es entender la importancia que la sociedad le atribuye a las amenazas que enfrenta, es decir su propia percepción de riesgo.

Es necesario tomar decisiones respecto al riesgo, aún cuando esta decisión sea no hacer nada para ello. Los implicados en estas decisiones son:

- El público en general

- Sus representantes políticos

- Los expertos, comunicadores y gerentes

Análisis de Amenazas

	Terremotos	Deslizamientos de Tierra	Tormentas	Inundaciones
Ubicación	Epicentros Formaciones geológicas	Inventarios Formaciones geológicas Pendiente	Tipo y Trayectoria	Canal Trayecto de inundación Llanura de inundación Elevación
Severidad	Intensidad Magnitud Aceleración Desplazam.	Velocidad Desplazamiento	Velocidad del viento Precipitación	Volumen Velocidad Tasa de crecidas
Probabilidad de Ocurrencia	Intervalo de recurrencia Velocidades de desplazamiento o Sismicidad histórica	Recurrencia de terremotos Regímenes de precipitación Velocidad de destrucción de bordes	Ocurrencia histórica	Períodos de retorno históricos Registros de inundaciones Evento de diseño

¿Qué es una situación vulnerable?

Ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ello.

No toda situación en que se halla el ser humano es vulnerable.

En algunas situaciones la población sí está realmente expuesta a sufrir daño de ocurrir un evento natural peligroso, mientras que hay otras en cambio, en que la gente está rodeada de ciertas condiciones de seguridad, por lo cual puede considerarse protegida.

Ocupación de terrenos que no son buenos para vivienda, por el tipo de suelo, por su ubicación inconveniente

Construcción de casas muy precarias o con diseños inapropiados para la zona.

Ausencia de condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas básicas para adaptarse al lugar

Progresión de la Vulnerabilidad

Causas

subyacentes

Pobreza

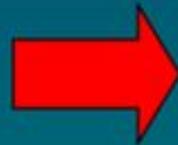
Acceso limitado a:

- estructuras de poder
- recursos

Ideologías

Sistemas Económicos

Factores generales de condición previa



Presiones

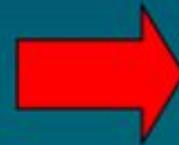
dinámicas

Falta de:

- instituciones locales
- educación
- capacitación
- habilidades adecuadas
- inversión local
- mercados locales
- libertad de prensa

Fuerzas macrográficas:

- expansión demográfica
- urbanización



Condiciones

inseguras

Ambiente físico frágil:

- ubicaciones peligrosas
- edificaciones e infraestructura peligrosa

Economía local frágil:

- medios de sustento en riesgo
- niveles bajos de ingreso

Acciones públicas

Principales Elementos Vulnerables

Tangibles

Intangibles

Inundaciones	Todo lo que está en planos inundables o áreas de Tsunami. Cosechas, ganado, maquinarias, equipo, infraestructura. Edificios débiles	Cohesión social, estructuras comunitarias, cohesión, artefactos culturales
Terremotos	Edificios débiles y sus ocupantes. Maquinarias y equipos, infraestructura. Ganado. Contenido de edificios débiles	Cohesión social, estructuras comunitarias, cohesión, artefactos culturales
Erupciones Volcánicas	Todo cerca del volcán. Cosechas, ganado, gente, techos combustibles, abastecimiento de agua.	Cohesión social, estructuras comunitarias, artefactos culturales
Inestabilidad del Terreno	Todo lo que está en la base o en las laderas empinadas o sobre acantilados, infraestructura, caminos. Edificios en fundaciones poco profundas.	Cohesión social, estructuras comunitarias, cohesión, artefactos culturales.
Vientos Fuertes	Edificios livianos y techos. Cercos, árboles, letreros, buques de pesca e industria de la costa	Cohesión social, estructuras comunitarias, artefactos culturales
Sequía / Desertización	Cosechas y ganado. Medios de subsistencia agrícola. Salud del pueblo	Trastornos en la población. Destrucción del medio ambiente. Pérdidas culturales
Desastres Tecnológicos	Vida y salud de todos aquellos involucrados o en la vecindad. Edificios, equipo e infraestructura. Cosechas y ganado.	Trastornos en la población. Destrucción del medio ambiente. Pérdidas culturales.

Determinación del riesgo y su manejo en la sociedad

RIESGO = Amenaza x Vulnerabilidad

$$**R = A \times V**$$

Evaluación de las Amenazas

PREGUNTAS

- ¿Existe una historia de peligros naturales significativos en la zona? ¿Han ocurrido eventos en el pasado?
- ¿Cuál es la probabilidad de que ocurran fenómenos peligrosos? ¿Cuál es la frecuencia de ocurrencia?
- ¿Qué se espera respecto a la severidad, frecuencia y área afectada?
 - ¿Es posible que ocurra un evento en el corto plazo? ¿Que consecuencias puede tener?

Evaluación de las Amenazas

DECISIONES

- ¿Las amenazas implican un riesgo importante a la región, como para ser incluidos en el proceso de planificación para el desarrollo?
- ¿Se deberán incluir los recursos financieros y de personal necesarios, para obtener la información adecuada sobre amenazas, en las diversas etapas del diseño del proyecto y su formulación?
- ¿Si las amenazas entrañan un riesgo significativo, deberán incorporarse esfuerzos de mitigación en el diseño del estudio o deberán proponerse alternativas para el desarrollo?

Evaluación de la Vulnerabilidad

PREGUNTAS

- ¿Cuáles son los elementos amenazados?
- ¿Cuál es la exposición de esos elementos?
- ¿Cuán resistentes son a la ocurrencia de un evento?
- ¿Cómo serán afectados? ¿Que nivel de daños se espera?

Evaluación del Riesgo

DECISIONES

¿Pueden adoptarse medidas de prevención o mitigación?

¿Pueden desarrollarse obras de prevención o mitigación?

¿Se realizarán estudios por especialistas?

¿Se aceptará el nivel de riesgo?

Mitigación de Desastres

El desarrollo científico actual no permite evitar la ocurrencia de fenómenos destructivos, pero sí estamos en posición de reducir sus efectos. A esto se le conoce como **mitigación de los desastres**, e incluye tres aspectos, donde la investigación científica juega un papel preponderante.

1. El pronóstico del fenómeno

Es la evaluación de la probabilidad de ocurrencia. Por lo general, los fenómenos más destructivos ocurren con menor frecuencia que fenómenos menores del mismo tipo. Si podemos conocer con precisión la relación matemática a las que obedecen las probabilidades de ocurrencia como función del tamaño del fenómeno, contaremos con un criterio racional para la evaluación probabilística del riesgo a largo plazo.

2. La predicción del fenómeno

El pronóstico nos da una idea de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno destructivo, pero esto basta para señalar el momento ni el lugar donde se presentará. Para ello es necesario reconocer los precursores que el evento pueda tener. Los precursores no son otra cosa que las primeras manifestaciones de un fenómeno físico que crecerá hasta alcanzar en algún momento proporciones catastróficas.

3. La medida del fenómeno

Cuantificación de la capacidad destructiva de un fenómeno para enfrentar adecuadamente el problema. Las medidas más comúnmente empleadas son magnitud e intensidad. Magnitud es la cantidad de energía liberada por el fenómeno. Intensidad es la rapidez de liberación de esta energía o bien, a la rapidez con que la energía llega al sitio afectado. Otra forma de medir el fenómeno es describir la distribución de sus efectos; estos métodos utilizan mecanismos de evaluación del riesgo respecto a la distancia y la posición relativas al fenómeno.

La cartografía es la herramienta más útil en el
manejo de los riesgos naturales

Cartografía del escenario

Presentación del impacto por la ocurrencia de un evento. El trazado de mapas se usa a menudo para estimar los recursos que probablemente se necesitarán para manejar una emergencia.

Estudios de pérdidas potenciales

El mapeo del efecto potencial por la ocurrencia de amenazas esperados en una región muestra la ubicación de las comunidades que posiblemente sufrirán grandes pérdidas. Se calcula el efecto de la amenaza en cada zona para identificar las “Comunidades en mayor riesgo”.

Cartografía del riesgo anualizado

Cálculo de pérdidas probables ocurridas a causa de amenazas de todos los niveles durante un período determinado. La probabilidad de que ocurra una amenaza de cada nivel dentro de ese período de tiempo se combina con las consecuencias que produce ese nivel de peligro para generar la pérdida esperada dentro de ese tiempo.

Cartografía del riesgo

Mapas de Peligrosidad o Amenazas

Mapas de Exposición

Mapas de Vulnerabilidad

Mapas de Fenómenos Ocurridos

Mapas de Amenazas Múltiples o Multifenómenos

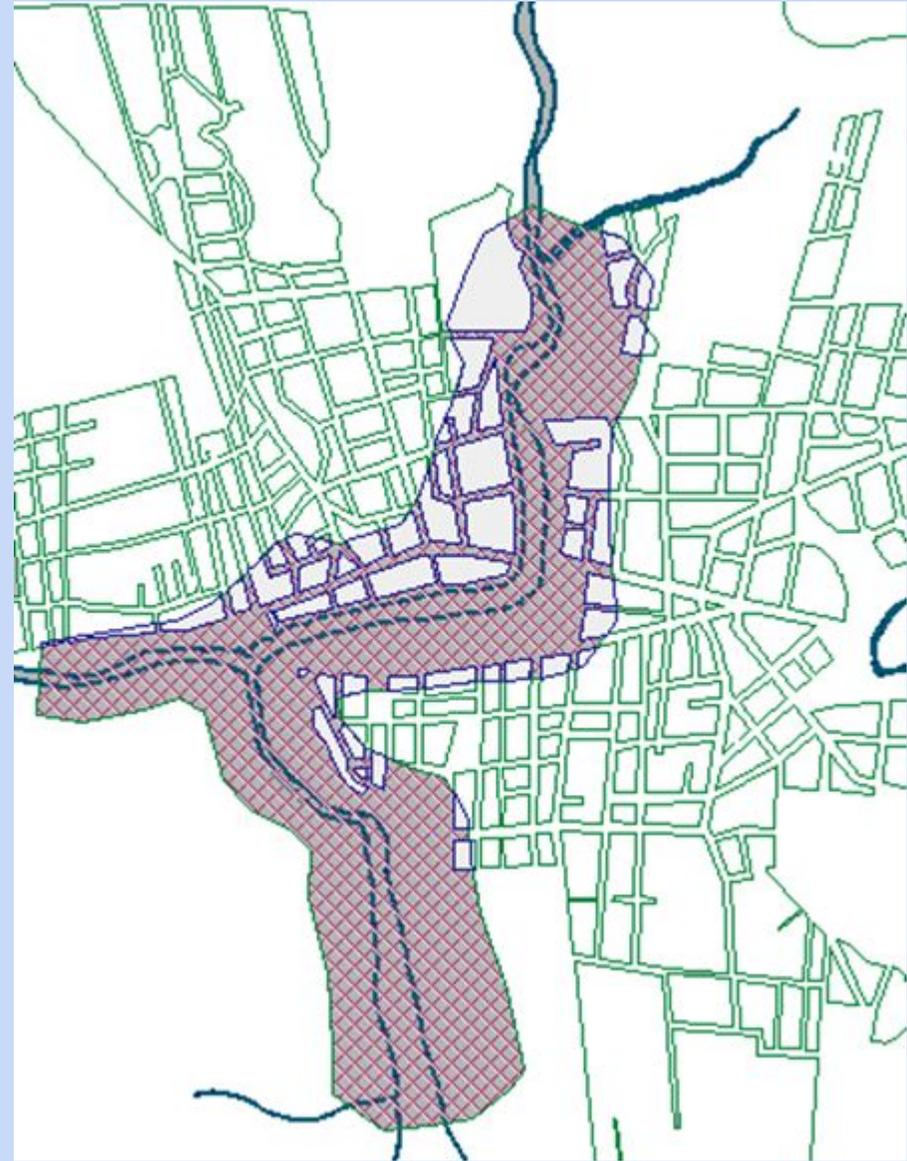
Mapas de Riesgo

Zonificación del riesgo

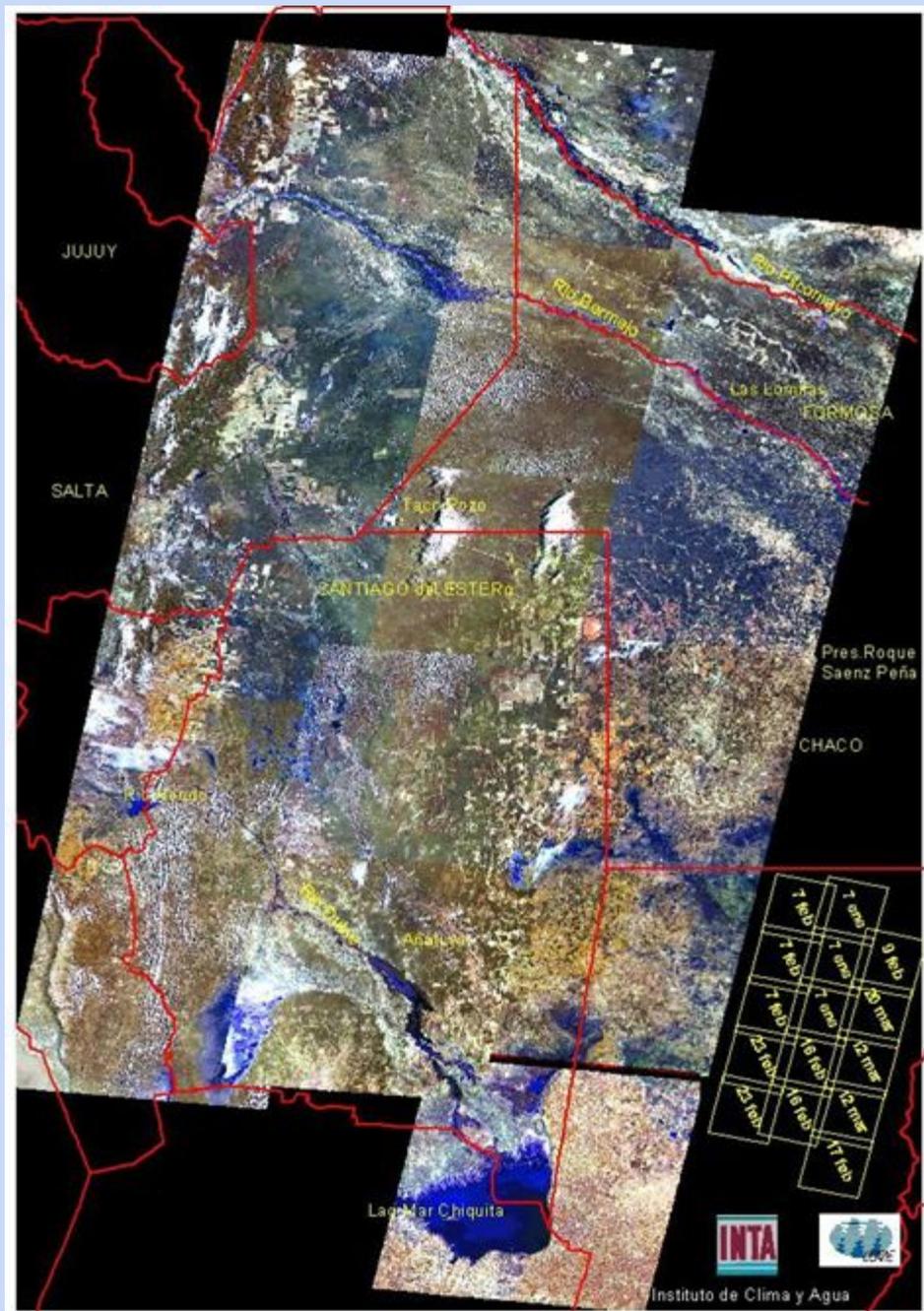
La zonificación de las áreas expuestas a los fenómenos de origen natural es un instrumento indispensable para elaborar planes de prevención, mitigación y preparación ante desastres, así como para reducir la vulnerabilidad de la población potencialmente afectada.



**CARTOGRAFÍA DE
AMENAZAS**

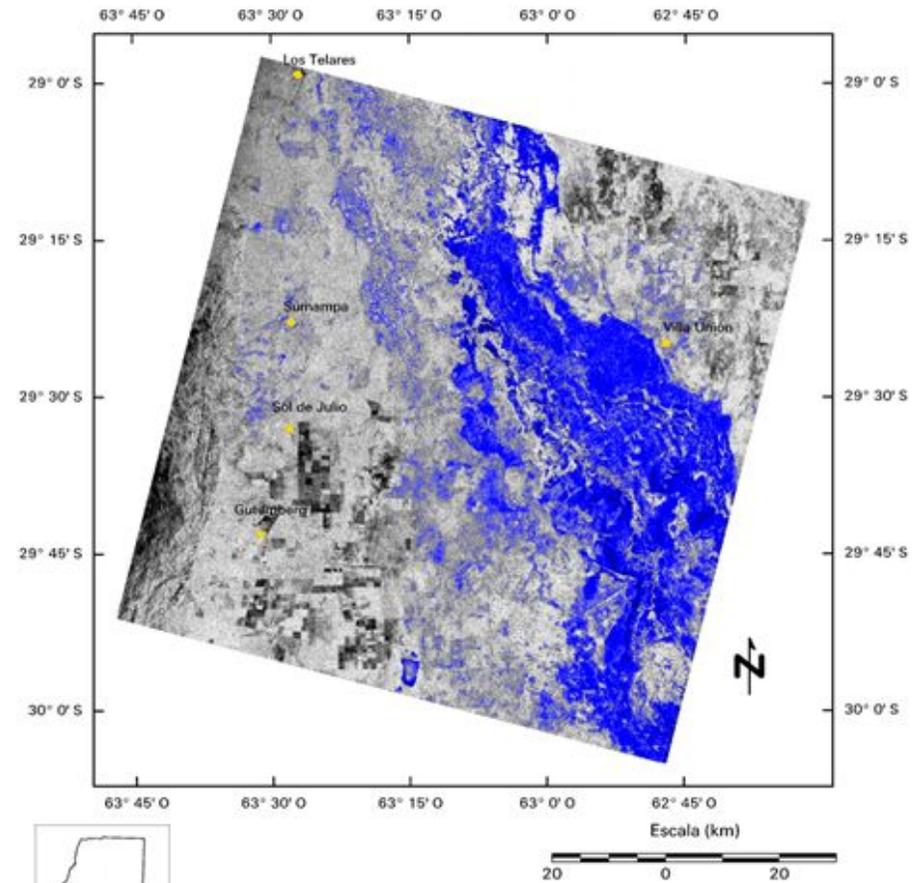






Inundaciones en la cuenca del Río Dulce - Provincia de Santiago del Estero

Producto obtenido a partir de imagen SAR adquirida por el satélite ERS 2



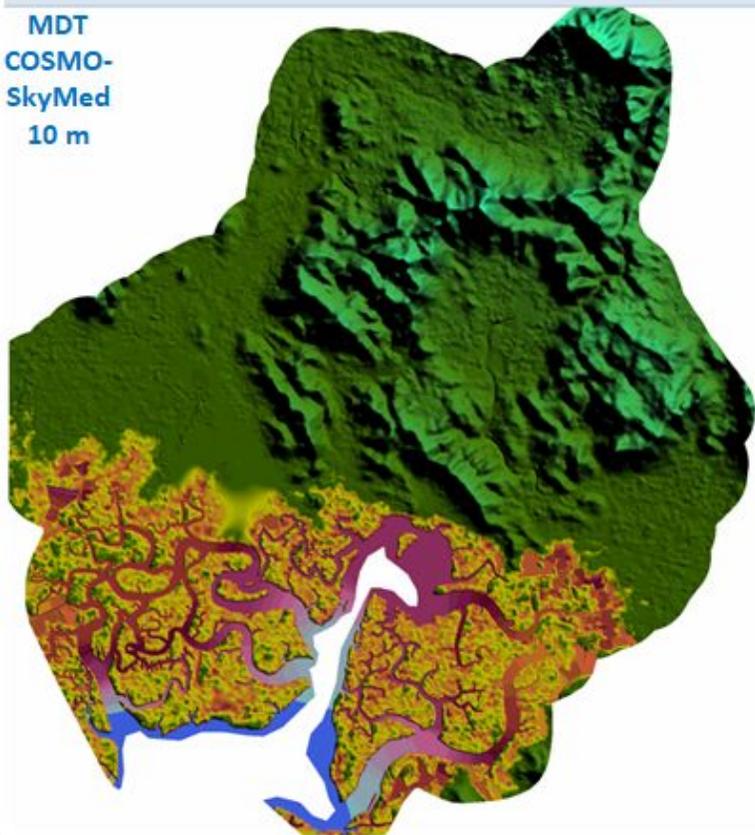
El cuadro verde indica la región mostrada en la imagen

La imagen SAR fue adquirida el 23 de marzo de 2000. La ventaja de este tipo de datos consiste en que pueden obtenerse aún en presencia de nubosidad, y que son sensibles a la textura superficial del terreno. En la actualidad, los sistemas SAR a bordo de satélites sólo captan una banda. El procesamiento de esta imagen se basó en la aplicación de filtros de textura y posterior clasificación. Como sólo posee una banda, la detección de áreas inundadas depende de las condiciones meteorológicas presentes durante la pasada del satélite y de las características de la vegetación inundada. De todas maneras, las zonas en azul oscuro corresponden a zonas inundadas con un alto grado de certeza. La detección puede mejorarse mediante el uso de imágenes de distintas fechas (análisis multitemporal). Las misiones SAR polarimétricas futuras, como SAOCOM, poseerán varias bandas, lo cual aumentará sensiblemente la exactitud de las estimaciones.

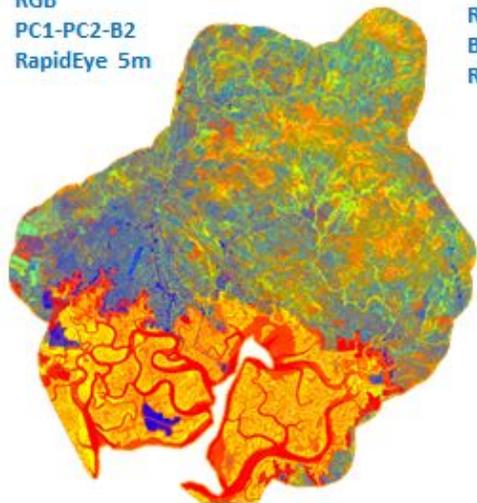


Comisión Nacional de Actividades Espaciales
www.conae.gov.ar

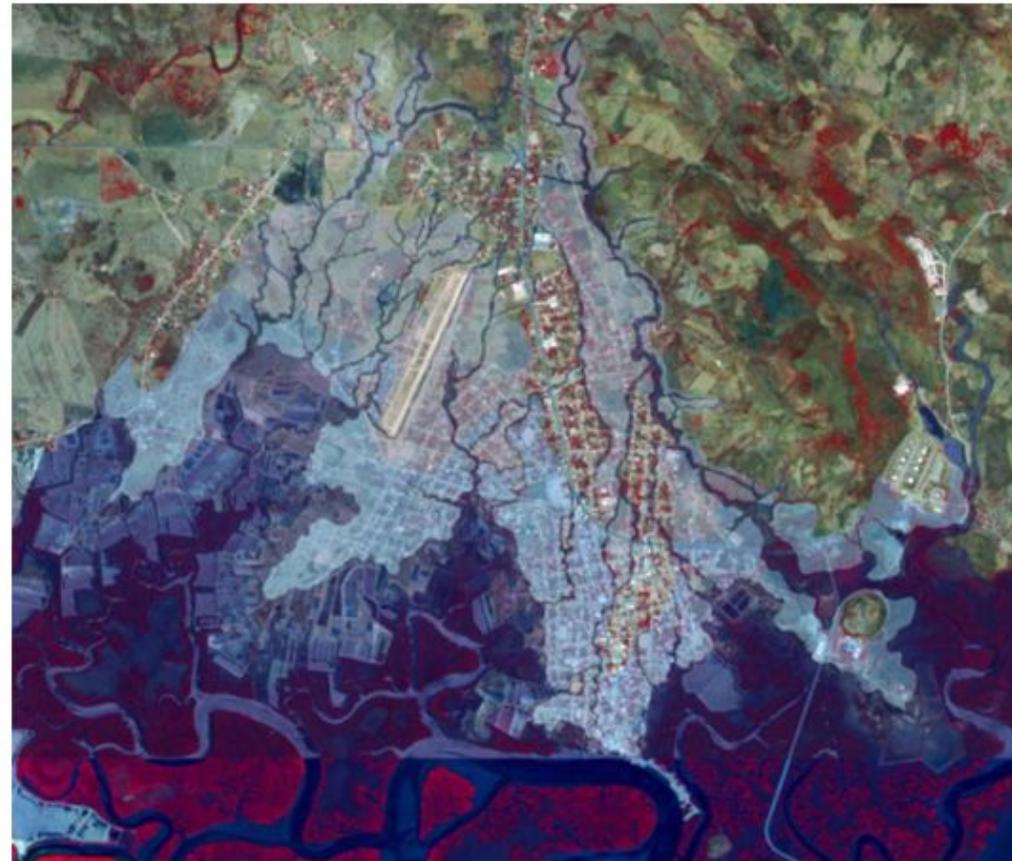
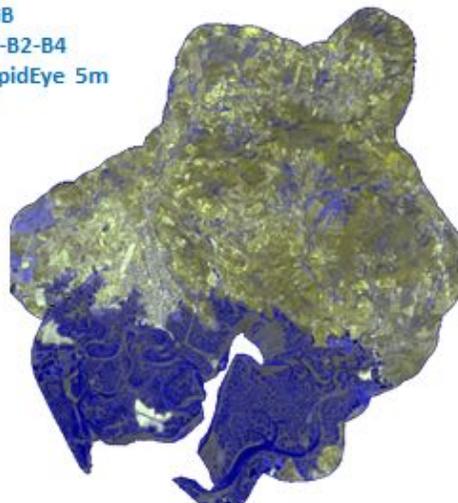
MDT
COSMO-
SkyMed
10 m



RGB
PC1-PC2-B2
RapidEye 5m



RGB
B3-B2-B4
RapidEye 5m



**Análisis de amenazas de
inundación por Tsunamis
Municipio de San Lorenzo,
Honduras**

<https://www.youtube.com/watch?v=leBmzYfIEJs>

Geomorfología de las tormentas (Stormy geomorphology): contribuciones geomórficas en una época de extremos climáticos

STORMY GEOMORPHOLOGY

- La frecuencia y/o gravedad de los fenómenos climáticos extremos son cada vez más evidentes en escalas de tiempo más cortas.
- A escala regional, las tendencias de probabilidad de eventos extremos son más fuertes, aunque las tendencias son espacialmente variables.
- La geomorfología es una disciplina fundamental para desenredar los impactos del cambio climático de otros factores de control, contribuyendo así a los debates sobre la adaptación social a los eventos extremos.
- El factor desencadenante principal de un evento extremo es la tormenta extrema que está directamente asociada a fuertes inundaciones. Hay cantidad de variables y concuencias, pero la tormenta/inundación son los fenómenos más desvadores en estos tiempos de cambio climáticos, pérdidas humanas y económicas.
- La paleogeomorfología también registra estos fenómenos como los más intensos en nuestra historia.
- Los antecedentes geomorfológicos y climáticos pueden alterar el riesgo ($R = AxV$) y magnitud del cambio de paisaje causado por eventos extremos.
- Por tanto, es de suma importancia gestionar el riesgo de inundaciones y tormentas a través del sistema geomórfico, tanto a corto plazo (próximos 50 años) como a largo plazo.
- Las estrategias permitirán a la sociedad desarrollar sistemas sociogeomorfológicos más resilientes y menos vulnerables, adecuados para una era climática extrema.

STORMY GEOMORPHOLOGY



Houston (USA), 2017

5. Inundación del río James, Dakota del Sur



Créditos: NASA



Créditos: NASA

State of Science

Stormy geomorphology: geomorphic contributions in an age of climate extremes

Larissa A. Naylor,^{1*} Tom Spencer,² Stuart N. Lane,³ Stephen E. Darby,⁴ Francis J. Magilligan,⁵ Mark G. Macklin^{6,7} and Iris Möller²

¹ School of Geographical and Earth Sciences, University of Glasgow, Glasgow, UK

² Cambridge Coastal Research Unit, Department of Geography, University of Cambridge, Cambridge, UK

³ Institute of Earth Surface Dynamics, Faculté des géosciences et l'environnement, Université de Lausanne, Lausanne, Switzerland

⁴ Geography and Environment, University of Southampton, Southampton, UK

⁵ Department of Geography, Dartmouth College, Hanover, NH, USA

⁶ School of Geography and the Lincoln Centre for Water and Planetary Health, University of Lincoln, Lincoln, UK

⁷ Innovative River Solutions, Physical Geography Group, Institute of Agriculture and Environment, Massey University, Palmerston North, New Zealand

Received 21 June 2016; Revised 9 October 2016; Revised 3 October 2016; Accepted 10 October 2016

*Correspondence to: Larissa A. Naylor, School of Geographical and Earth Sciences, University of Glasgow, East Quadrangle, Glasgow, G12 8QQ, UK. E-mail: larissa.naylor@glasgow.ac.uk

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



ABSTRACT: The increasing frequency and/or severity of extreme climate events are becoming increasingly apparent over multi-decadal timescales at the global scale, albeit with relatively low scientific confidence. At the regional scale, scientific confidence in the future trends of extreme event likelihood is stronger, although the trends are spatially variable. Confidence in these extreme climate risks is muddled by the confounding effects of internal landscape system dynamics and external forcing factors such as changes in land use and river and coastal engineering. Geomorphology is a critical discipline in disentangling climate change impacts from other controlling factors, thereby contributing to debates over societal adaptation to extreme events. We review four main geomorphic contributions to flood and storm science. First, we show how palaeogeomorphological and current process studies can extend the historical flood record while also unraveling the complex interactions between internal geomorphic dynamics, human impacts and changes in climate regimes. A key outcome will be improved quantification of flood probabilities and the hazard dimension of flood risk. Second, we present evidence showing how antecedent geomorphological and climate parameters can alter the risk and magnitude of landscape change caused by extreme events. Third, we show that geomorphic processes can both mediate and increase the geomorphological impacts of extreme events, influencing societal risk. Fourthly, we show the potential of managing flood and storm risk through the geomorphic system, both near-term (next 50 years) and longer-term. We recommend that key methods of managing flooding and erosion will be more effective if risk assessments include palaeodata, if geomorphological science is used to underpin nature-based management approaches, and if land-use management addresses changes in geomorphic process regimes that extreme events can trigger. We argue that adopting geomorphologically-grounded adaptation strategies will enable society to develop more resilient, less vulnerable socio-geomorphological systems fit for an age of climate extremes. © 2016 The Authors. Earth Surface Processes and Landforms published by John Wiley & Sons Ltd.

KEYWORDS: climate extreme; socio-geomorphological; palaeodata; extreme event; flood; storm

<https://www.geomorphology.org.uk/>

geomorphology.org.uk/working-groups/stormy-geomorphology

Status: Expired

Co-ordinators:
Dr. Larissa Naylor (University of Glasgow); Dr. Tom Spencer (University of Cambridge)

Description:
Extreme storms and floods are increasing in frequency and intensity across much of the globe. These events have caused considerable geomorphic change and have raised awareness about the role geomorphology can play in managing the landscape and human impacts of these extreme effects. In many instances, the global geomorphology community has been interviewed as experts by the media. This has helped raise the profile of our discipline. Policy makers and practitioners are actively discussing geomorphology-based solutions to reduce the risks of future extreme events causing the similar levels of damage and disruption (even if geomorphology is not explicitly mentioned). These events, the prolonged human impacts they have caused, and the geomorphic responses to them create the ideal opportunity to demonstrate the significant contributions geomorphology makes to anticipating, contextualising (in space and time), measuring and managing the landscape to be more resilient to future extremes. This fixed-term working group aims to bring together world-leading experts in this field, through a conference and Special Issue of Earth Surface Processes and Landforms, to showcase the fundamental role geomorphology plays in an age of extremes. In doing so, it will demonstrate that Geomorphology has much to contribute to understand, measure, predict and manage the landscape impacts, and human consequences, of extreme events. The working group has thus been set up to help raise the discipline's profile within and beyond geomorphology, in academic and applied settings. It is important that the 'geomorphological voice' is heard in an increasingly stormy world.

Aim:
The aim of this working group is to coordinate two high profile activities that together aim to heighten awareness of the fundamental contribution that geomorphology can make to science and society in an age of extremes. The two activities are:

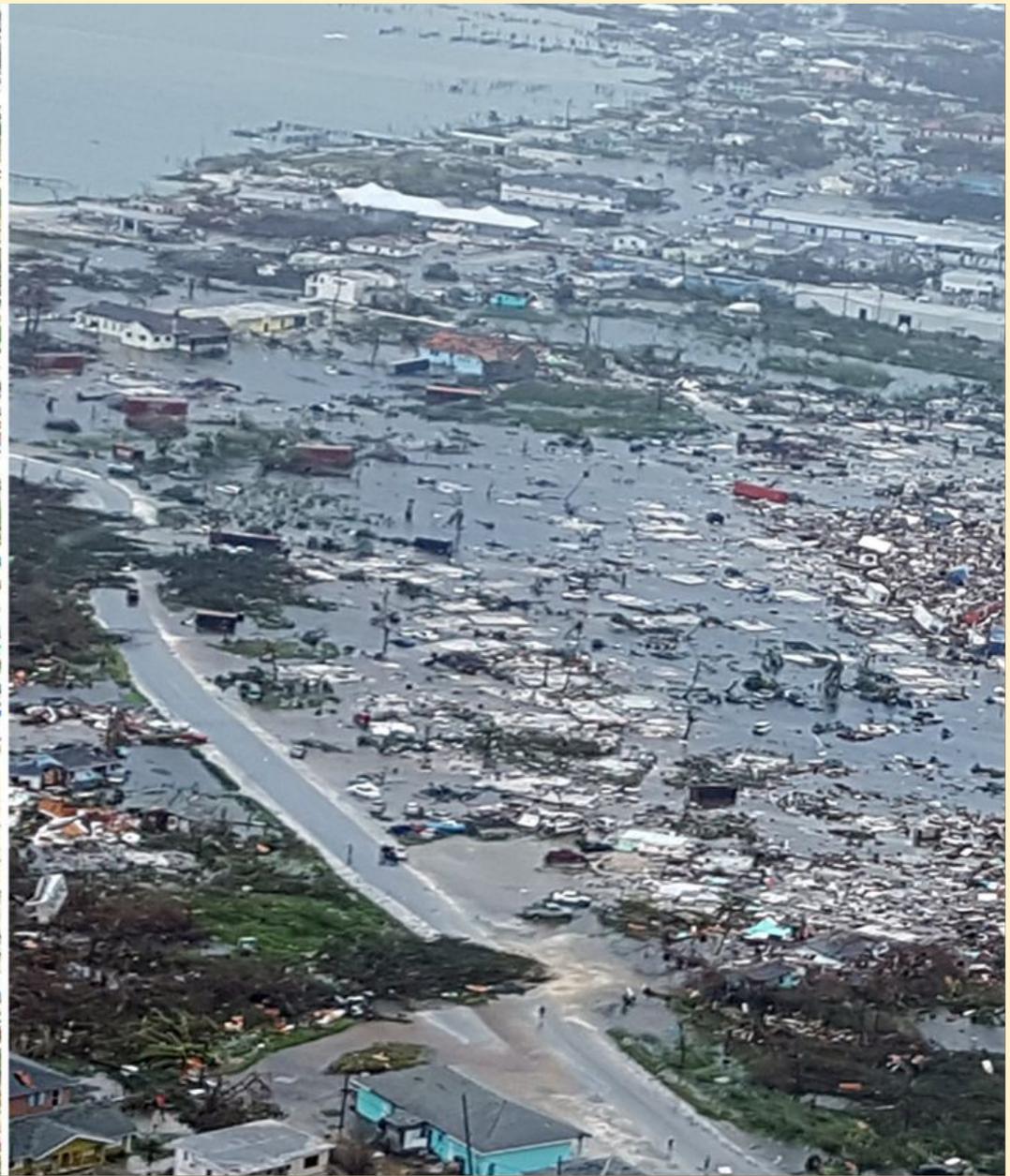
- 1) A one day International Conference on Stormy Geomorphology: geomorphic contributions in an age of extremes to be held at the Royal Geographical Society in London on 11 May 2015.
- 2) An invited Special Issue of Earth Surface Processes and Landforms on the same topic, bringing together the current global state-of-the-art understanding on this topic.

For further information please contact the working group Co-Chairs, Tom Spencer (to111@cam.ac.uk) for activity 1 and Larissa Naylor (larissa.naylor@glasgow.ac.uk) for activity 2.

Table 1. Outline of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) definitions of extreme climate events and extreme weather events, and how we refer to these in this paper.

Topic	Explanation	Reference
IPPC Definitions	The IPCC glossary makes no distinction between extreme climate events and extreme weather events, as follows:	IPCC, 2013. Annex III, p. 1454.
Extreme Climate Event	"See Extreme weather event."	
Extreme Weather Event	It defines an extreme weather event as "an event that is rare at a particular place and time of year. Definitions of rare vary, but an extreme weather event would normally be as rare as or rarer than the 10th or 90th percentile of a probability density function estimated from observations. By definition, the characteristics of what is called extreme weather may vary from place to place in an absolute sense. At present, single extreme events cannot generally be directly attributed to anthropogenic influence. When a pattern of extreme weather persists for some time, such as a season, it may be classed as an extreme climate event, especially if it yields an average or total that is itself extreme (e.g. drought or heavy rainfall over a season)."	
Extreme climate and weather in this paper	In this paper we refer to both less persistent extreme weather events and to extreme climate events (as defined by the IPCC); we also confine the type of events covered in this paper to extreme hydrological, storm wave, and meteorological events.	See reference to both terms in the paper.

Objetivos: (i) describir el enfoque de investigación bidireccional que se necesita para abordar la Stormy Geomorphology, especial interés en los impactos geomórficos de inundaciones extremas y los eventos de tormenta necesitan, con respecto a los efectos del cambio climático futuro en los procesos de la superficie terrestre; (ii) comprender mejor la impactos de eventos extremos a escala de paisaje (en el sentido de Slaymaker et al. 2009, 2021).



2019, Bahamas. Antes-después huracán

CONSIDERACIONES DE ANALISIS

- El instrumental para medir y considerar los cambios climáticos tiene una escala temporal reducida y discontinua a escala “global”. De estos datos es complicado discernir si las tormentas extremas y las inundaciones experimentadas últimamente en realidad representan un aumento en los últimos 100 a 1000 años.
- Por ellos es importante definir si realmente estamos viviendo en un mundo donde los eventos hidroclimáticos extremos están aumentando en relación con frecuencia pasada.
- Una database global es el punto inicial con inundaciones extremas y paleotormentas para abordar la temtática.
- En el pasado los eventos extremos se pueden identificar a través de los proxies geomorfológicos, sedimentológicos y biológicos. Reconstrucción paleoclimática.
- Los proxies geomorfológicos son cruciales porque alertan sobre los importantes cambios a escala de paisaje desencadenado por porcesos extremos.
- Predicciones sobre la estimación del peligro de inundaciones son las medidas a mejorar en este sentido en base a las las perturbaciones ambientales. El análisis profundo de la cuencas de drenaje, su dinámica y conectividad permite tomar medidas de mitigación.

Medidas de prevención - Cuenca del Gadria



CUENCA DEL GADRIA - Trentino

Importancia de investigar los peligros naturales para realizar infraestructuras de apoyo a la seguridad territorial.

El valor de participación de la población ha sido necesaria para explicar la magnitud y frecuencia de fenómenos, y para también para concienciar sobre estos temas y mejorar la preparación en caso de un evento intenso. El evento extremo sobrepasa el umbral del intenso.

En la cuenca alpina del río Gadria, ubicada en Val Venosta región Trentino-Alto Adige, se implementaron medidas de mitigación ya que la población ha sufrido a lo largo de la historia destastres ambientales y económicos como consecuencias de las inundaciones por tormentas intensas. La localidad está instalada sobre un abanico aluvial.

A partir de los mapas de peligro desarrollados, se asumió que las áreas sujetas a un alto el peligro ha disminuido con el tiempo, en virtud de las disposiciones de obras hidráulicas. Esto último ha impulsado el desarrollo económico y al mismo tiempo condujo, lamentablemente, a una pérdida de percepción de riesgo por parte de la población.

Para limitar esta pérdida y aumentar la percepción social debe por lo tanto prever un plan de comunicación y educación que funcione en todos los niveles sociales.

Esta comprensión e integración de las perspectivas de los diferentes actores debe convertirse en un paso preliminar para la planificación futura de estrategias de gestión eficaces riesgo.

Base de datos de desastres

Table 1 Overview of the four selected disaster databases

	EM-DAT	DesInventar	Dartmouth	NatCatSERVICE
Geographic coverage	Global	Regional (South America, Africa, Asia)	Global	Global
Hazard types	Natural and technological	Natural and technological	Floods	Natural
Disaster entry criteria	At least 10 people killed, and/or 100 people affected, and/or state of emergency/call for international assistance	No minimum threshold—any event that may have had any effect on life, property or infrastructure	Large floods with damage to structures/agriculture, and/or fatalities	Any property damage and/or any person severely affected (injured, dead); before 1970 only major events
Principal data source	Humanitarian agencies, governments, international media	Local/national media, agency and government reports	News, governmental, instrumental and remote sensing sources	Branch offices, insurance associations, insurance press, scientific sources, weather services
Period covered	1900–present, (good accuracy from 1980)	1970–present	1985–present	79–present, (good accuracy from 1980)
Management	University of Louvain (CRED)	Universities/NGOs (LA RED)	University of Colorado	Munich RE
Number of entries	>21,000	>44,000	4225 floods between 1985 and 2014 (mountain and non-mountain regions)	>35,000
Accessibility	Open (raw data request)	Open	Open	Limited

Source Guha-Sapir et al. (2015), LA RED (2015), Dartmouth Flood Observatory (2007), Below et al. (2009)

Las montañas son ecosistemas frágiles de importancia mundial que proporcionan servicios de los ecosistemas dentro de las zonas montañosas, pero también para las tierras bajas.

Sin embargo, las regiones montañosas son propensas a los desastres naturales y están expuestas a múltiples peligros. Cuatro bases de datos de desastres (EM-DAT, NatCatSERVICE, DesInventar, Dartmouth) que almacenan información sobre la ocurrencia espacio-temporal y los impactos de desastres naturales en zonas montañosas.

La calidad y la integridad de las cuatro bases de datos son comparado y analizado con respecto a la confiabilidad para el clima y desastres naturales relacionados con el clima.

Las principales limitaciones en cuanto a el desarrollo sostenible de las montañas son la falta de homogeneidad en la base de datos definiciones, resoluciones espaciales, propósitos de la base de datos y falta de datos registro por pérdidas humanas y económicas.

Stäubli et al. 2018

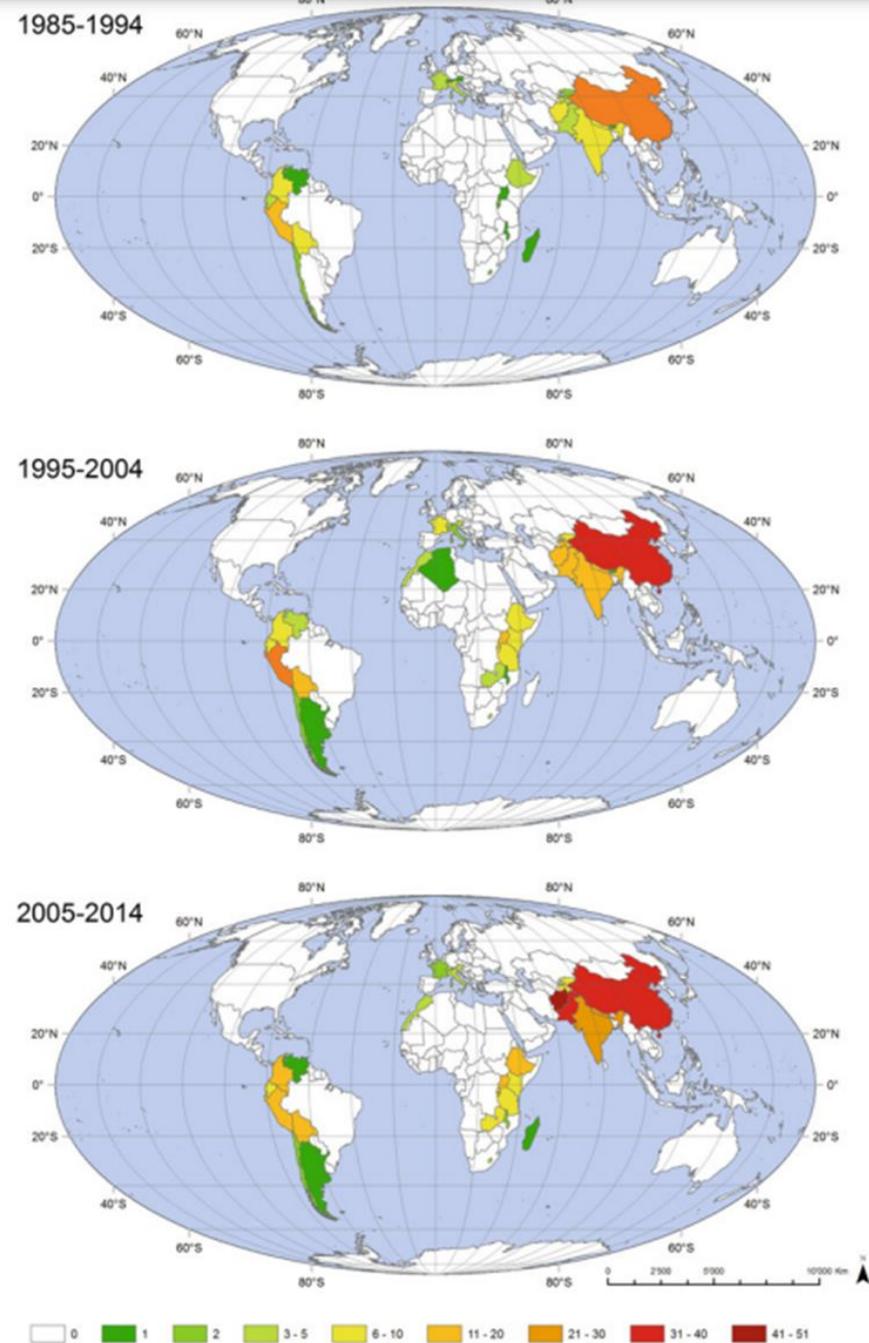


Fig. 5 Spatiotemporal trends of disaster occurrence in the five mountain regions at the level of countries over the time period 1985–2014 (Source EM-DAT database)

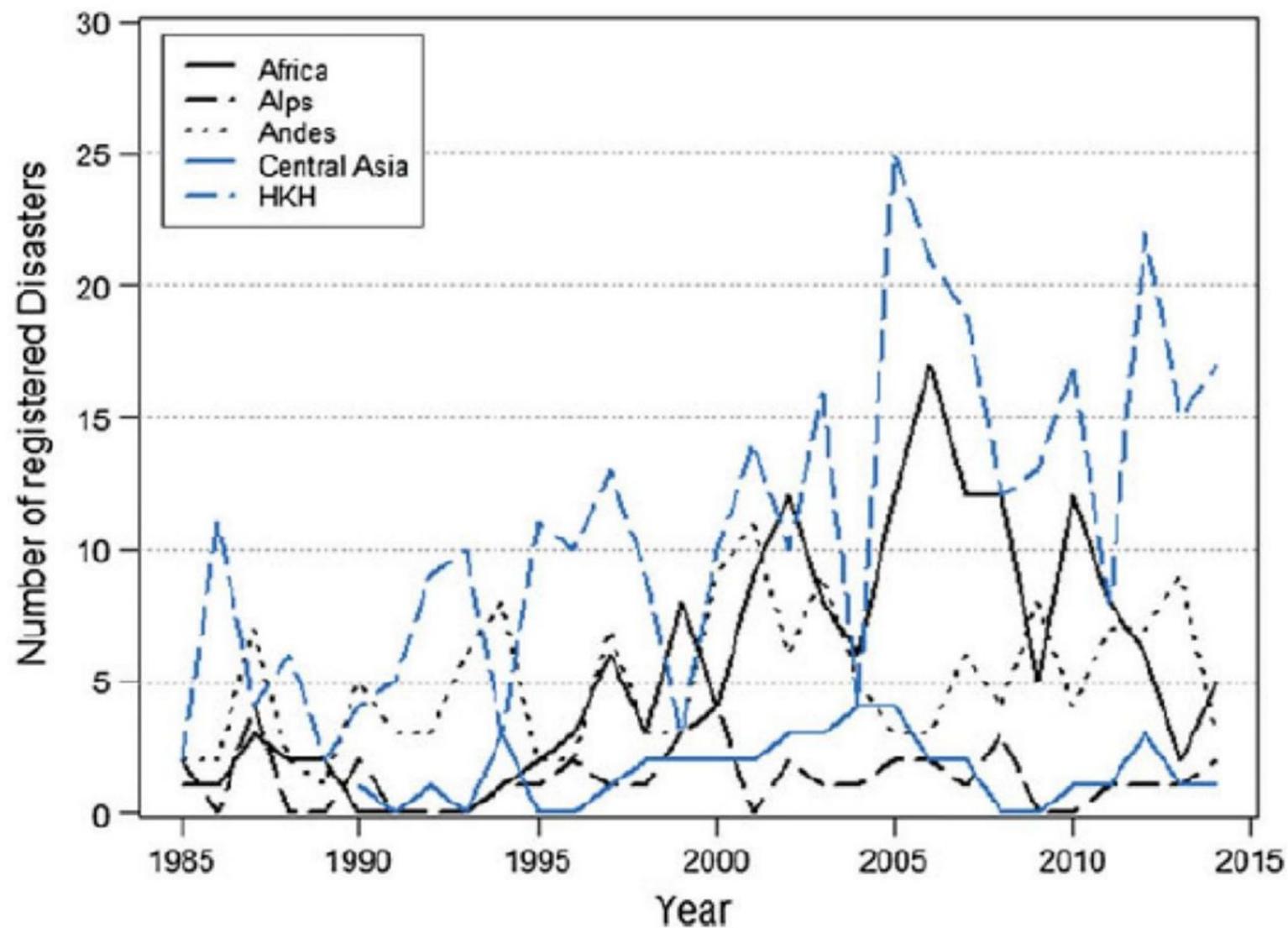
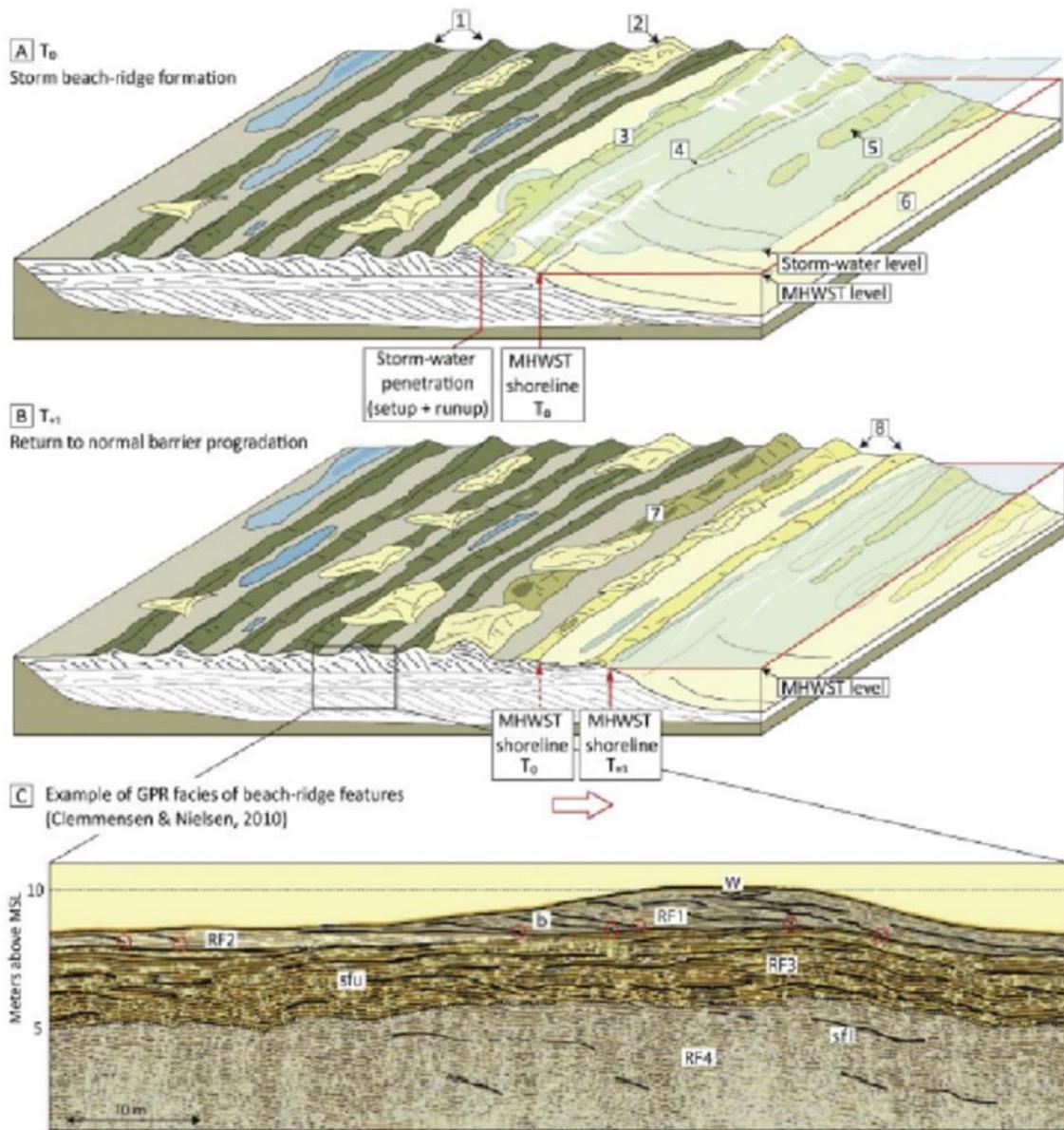


Fig. 4 Number of weather- and climate-related disasters in the five selected mountain regions for the time period 1985 (Central Asia from 1990) to 2014 (*Source* EM-DAT database)

CONSECUENCIAS GEOMORFOL. DE LOS EVENTOS EXTREMOS DE TORMENTA

- Ambiente costero • Ambiente fluvial



Proxy records of Holocene storm events in coastal barrier systems:
Storm-wave induced markers



Jérôme Goslin*, Lars B. Clemmensen

Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Øster Voldgade 10, 1350 Copenhagen K, Denmark

HIGH-RESOLUTION MAPPING OF FLUVIAL LANDFORM CHANGE IN ARID ENVIRONMENTS USING TERRASAR-X IMAGES

Jussi Baade & Christiane Schmullius

Department of Geography, Friedrich-Schiller-Universität, D-07743 Jena, Germany

ABSTRACT

The high resolution acquisition mode of TerraSAR-X provides a new dimension in fluvial landform change detection. Here we analyzed high resolution (5 m) coherence images with temporal baselines of up to a year from the Palpa Valley in the hyper-arid coastal desert of southern Peru. The results provide evidence that this sensor is suitable for mapping the land surface changes caused by erosion and sedimentation following rainfall and runoff events in bare desert landscape units.

Index Terms—SAR interferometry (InSAR), synthetic aperture radar (SAR), change detection, TerraSAR-X, topography, Desert regions.

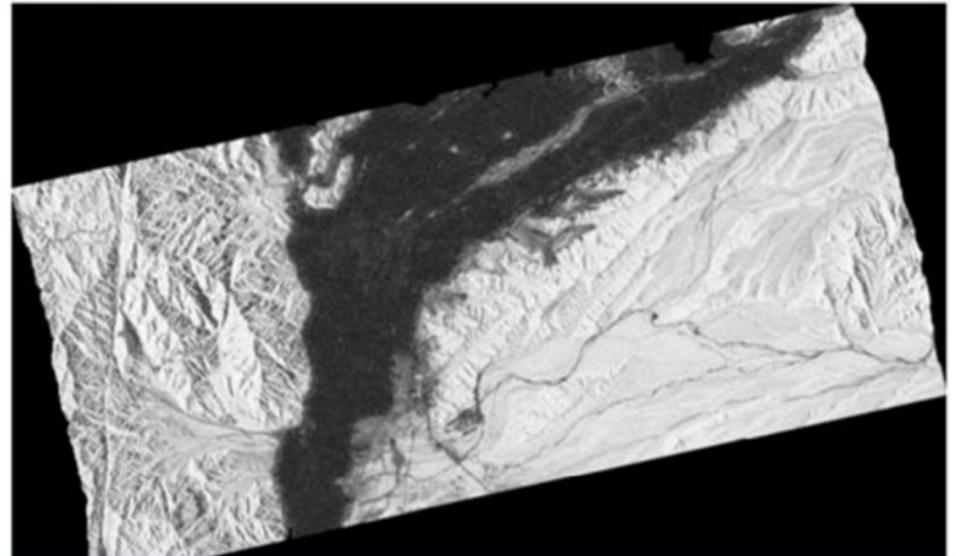
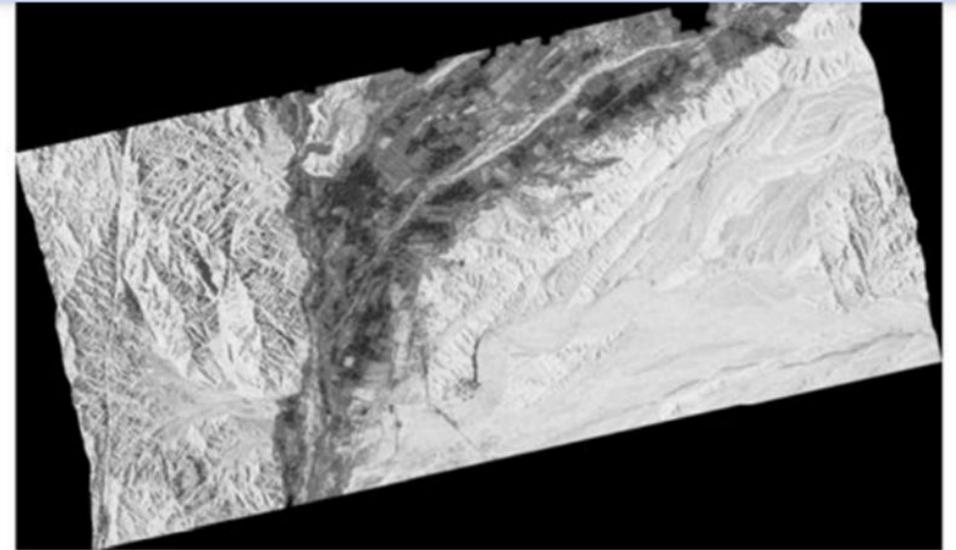
1. INTRODUCTION

Satellite based radar interferometry is a powerful tool to detect change at the Earth's surface. Established change detection applications include the monitoring of slow changes due to land subsidence and landslide movement, and sudden changes induced by earthquakes [1]. However,

however, height precision of the derived DEM is not yet good enough to detect landform change on the micro-relief scale induced by small and frequently occurring erosion and sedimentation events. Following concepts used in previous studies of land surface change in arid environments (e.g. [7], [8], [9]) the aim of this paper is to explore the high resolution detection of landform change induced by erosion and sedimentation using coherence as a proxy for landform stability and landform change, respectively.

2. STUDY AREA, MATERIAL, AND METHODS

The study area is located in the coastal desert of southern Peru, close to the town of Palpa ($\approx 14.5^{\circ}\text{S}/75.2^{\circ}\text{W}$, 400 km south of Lima). The climate of the coastal desert is hyper-arid with an average annual temperature of 22°C , mean precipitation of 25 mm/yr, and a potential pan evaporation of 1600 mm/yr [3]. Vegetation and agriculture in the coastal desert is limited to the vicinity of rivers draining the Cordillera Occidental. The landform assemblage of the study area consists of three distinct landscape units: 1) stable, bare, and gently sloping bajada surfaces dissected by dry valleys; 2) broad valleys with intermittent rivers



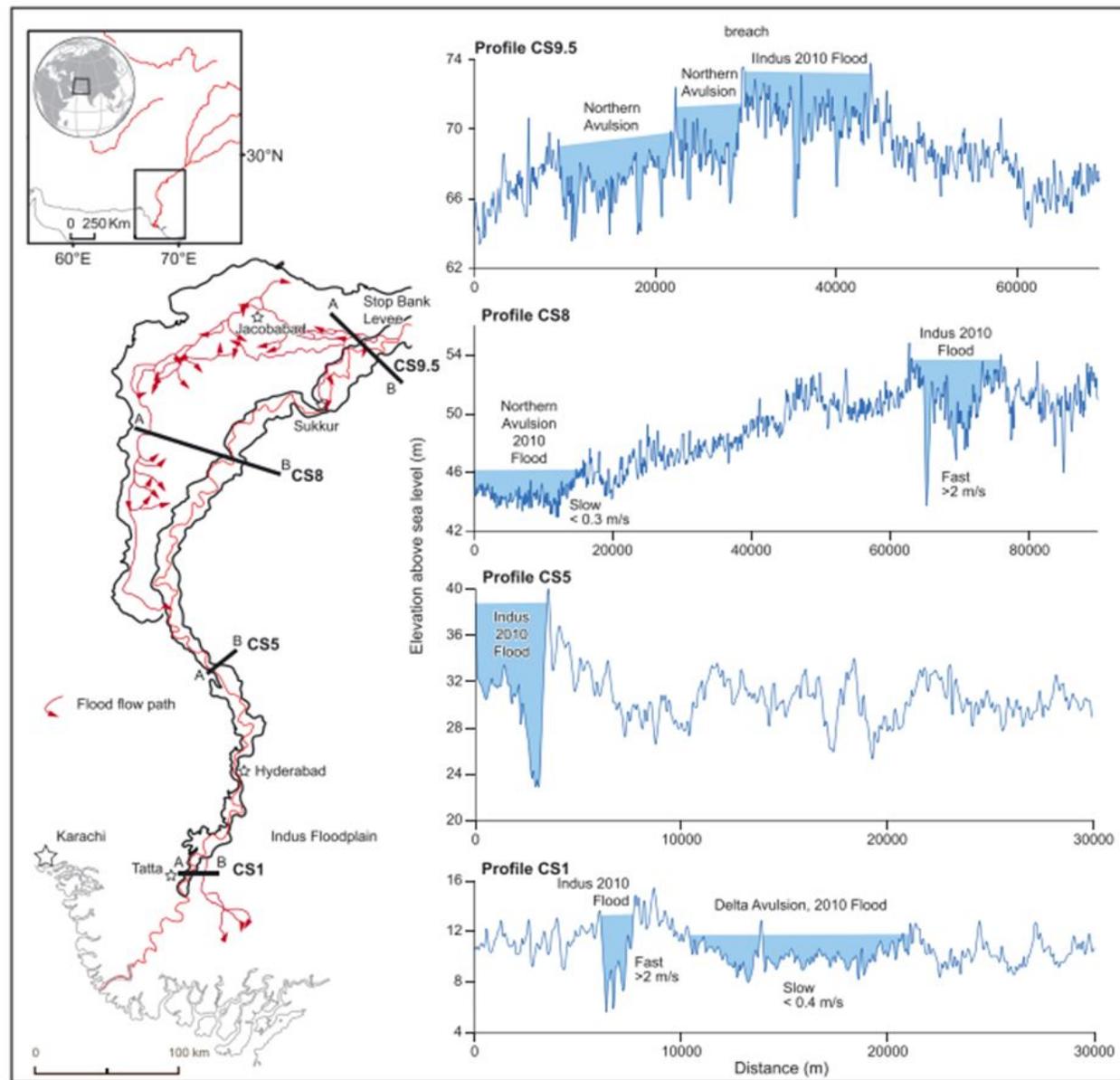


Figure 1. Major flood pathways associated with the 2010 flood on the Indus River in Sindh, Pakistan. The four cross-sections across the Indus floodplain show the maximum 2010 flood heights and indicate backwater-elevated flood waters of the Indus and the northern avulsion breach location (profile CS9.5), the super-elevated Indus floodplain, above the slower moving northern avulsion floodwaters (profile CS8), the Indus floodwaters contained within the levee stop banks (profile CS5) and the river flowing quickly beside the slower moving southern (delta) avulsion (profile CS1). Modified after Syvitski and Brakenridge (2013). [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

Table III. Five grand challenges for geomorphological science in an age of climate extremes.

Challenge number	Grand challenge	Disciplines and roles required
1	Revising theories of expected behaviour and process-form response trajectories in light of how geomorphic systems have responded to past and recent extreme storms and floods.	Geomorphologists and critical zone scientists
2	Establish a coordinated, focussed portfolio of interlinked research activities and research network on the geomorphological interactions with climate extremes that couples long-term palaeodata with sufficient current process monitoring and modelling of multiple types of data, at a range of scales.	Geomorphologists, palaeoclimate scientists, hydrologists, sedimentologists and ecologists
3	Joint projects with climate scientists to better incorporate geomorphology into climate models to reduce land surface uncertainties.	Geomorphologists alongside climate and ecological modellers
4	Enhance relationships with practitioners and policy-makers so that the latest geomorphological science can usefully inform key geomorphologically-based topics including "Working with Natural Processes", "Nature-based solutions" and flood and storm recurrence interval calculations.	Geomorphologists with practitioners and policy-makers (engineers, risk assessors, practicing geomorphologists) at national and finer management scales
5	Improve our geomorphological datasets on landform instability and landform changes associated with extreme climate events. Work more closely with land-use planners to consider geomorphic flux zones alongside flood inundation risk maps to improve resiliency of future human development to socio-geomorphological risks.	Geomorphologists with risk assessors, land-use planners and policy-makers

RELAMPAGO

Remote Sensing of Electrification, Lightning, and Mesoscale/Microscale Processes with Adaptive Ground Observations



June 1, 2018 to April 30, 2019

Project Location: Argentina

Funding Type: NSF Funded

What's New?:

The [RELAMPAGO-CACTI Data Analysis Workshop](#) was held Nov 19-Nov 22, 2019 at the Ciudad Universitaria of the University of Buenos Aires.

AGU 2019 Fall Meeting (9-13 December) session on [Understanding the evolution and the impact of mesoscale and severe local convective storms \(A134\)](#).

RELAMPAGO-CACTI article in [The Verge](#).

Project Description:

REMOTE SENSING OF ELECTRIFICATION, LIGHTNING, AND MESOSCALE/MICROSCALE PROCESSES WITH ADAPTIVE GROUND OBSERVATIONS (RELAMPAGO)

The RELAMPAGO field program will have two phases, with an

Hace tres años, en la Universidad Nacional de Córdoba, se presentó oficialmente el proyecto "Relámpago".

Es un estudio científico internacional destinado a entender las razones por las cuales en el sureste de Sudamérica se producirían las que, se cree, son las tormentas más intensas del mundo.

La hipótesis que manejan los investigadores propone que las cadenas montañosas argentinas funcionan como un "trampolín" para los vientos cargados de humedad provenientes de Bolivia y Brasil. Al toparse con estos muros naturales, las grandes masas de aire húmedo—que se desplazan a nivel de la superficie—, ascenderían con gran energía y terminarían desencadenando estos episodios extremos.

Se piensa que en estos eventos, las Altas Cumbres de Córdoba juegan un papel protagónico. Justamente para comprender acabadamente el fenómeno, se realizan mediciones en toda la provincia. Gran parte de los equipos que se utilizarán fue provista por la Nasa, la agencia aeroespacial norteamericana y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), también dependiente de Estados Unidos.

DATA ACCESS

Data Access

[Field Catalog](#)
[Field Catalog \(2017 Dry Run\)](#)
[EOL/RELAMPAGO Data Policy](#)
[DOI Guidance to Authors](#)

DATA PROVIDER INFO

[RELAMPAGO Data Policy](#)
[EOL Data Policy](#)
[Data Set Documentation Guidelines](#)
[RELAMPAGO Data Submission Instructions](#)

PUBLICATIONS

[RELAMPAGO Publications](#)

DEPLOYMENT INFORMATION

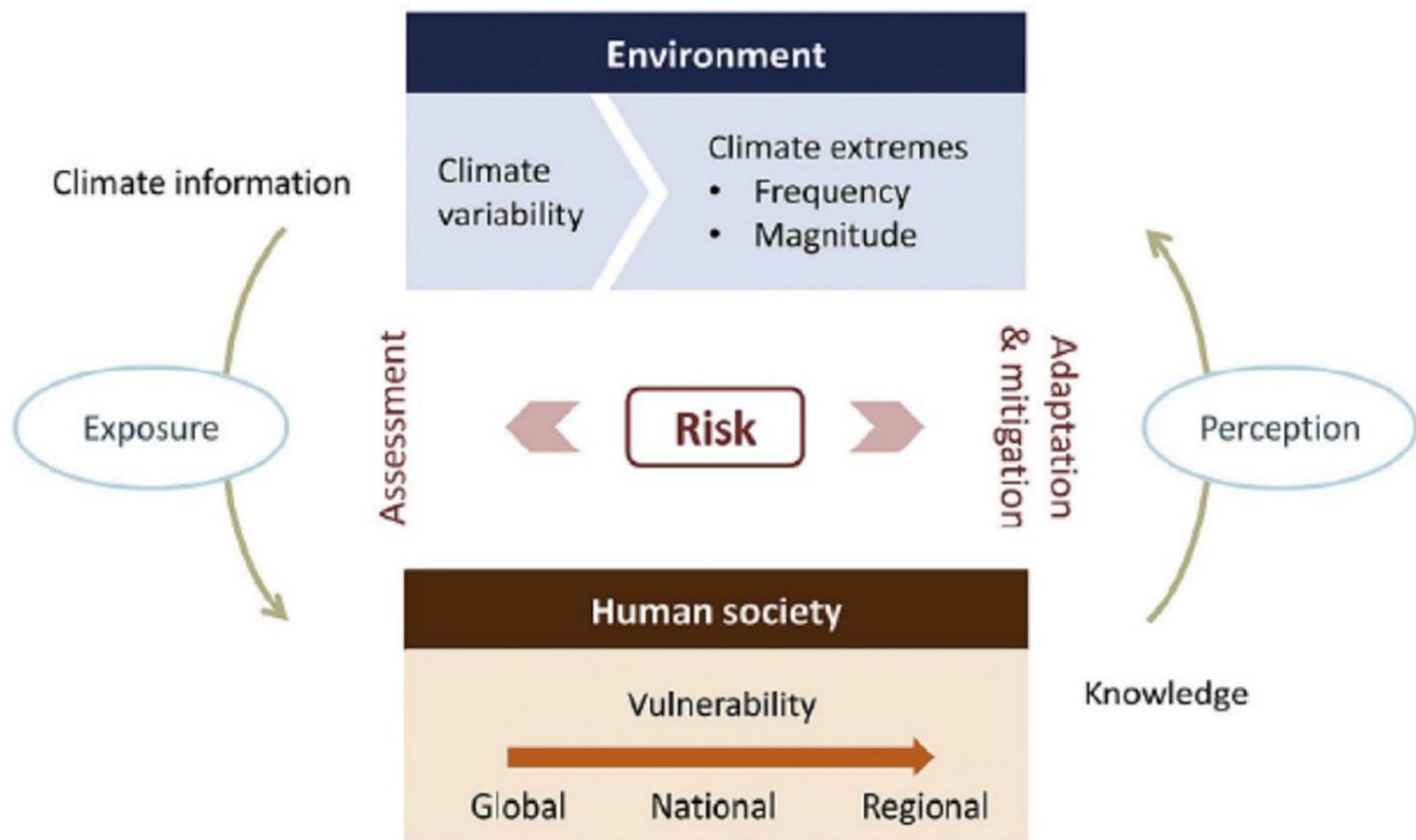
<https://www.youtube.com/watch?v=3nru5Geioqk>

<https://www.youtube.com/watch?v=C1WmlwZifLA>



Risk management of extreme events under climate change

Xiao-Chen Yuan ^{a, b, *}, Yi-Ming Wei ^{b, c, **}, Bing Wang ^{b, d}, Zhifu Mi ^{b, e, ***}



Esta descripción global del estado de la ciencia geomorfológica y los extremos climáticos tiene algunos mensajes claves:

- **Los paisajes son dinámicos:** la geomorfología puede identificar áreas con mayor riesgo de cambio debido a eventos climáticos extremos para ayudar a los planificadores del uso de la tierra y mejorar la resiliencia social
- **Los paisajes tienen memoria:** investigaciones sobre patrones pasados de inundaciones y tormentas durante cientos o miles de años puede ayudar a mejorar nuestras predicciones para el futuro.
- **Los paisajes son acumulativos:** agrupación de eventos de alta precipitación puede conducir a impactos extremos de inundación o erosión, incluso cuando las aguas de inundación para un evento no son individualmente extremas.
- **Los paisajes son amortiguadores:** las geoformas pueden ayudar a proteger a la sociedad de los impactos de los eventos extremos

OBSERVATIONS

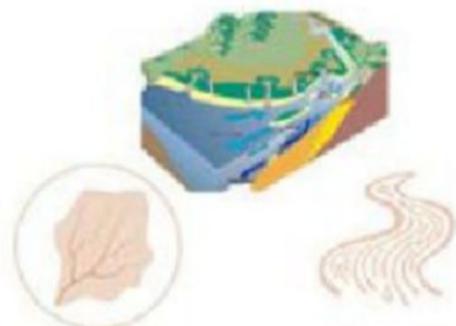


*Rainfall Data (satellite,
radar and gauge)
Stream Level
Terrestrial Condition*

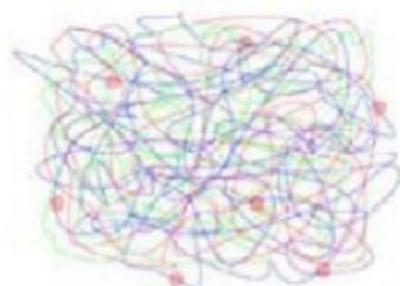


Database

FORECASTING ALGORITHMS/MODELS



Hydrologic/Hydraulic Models



Data-Driven Methods



**Decision
Making**

COMMUNICATIONS



*Dispatching Warning
Information
Real-time communications*

<https://www.youtube.com/watch?v=srDbuEtBzD0>