

El mundo después de París:
construyendo el futuro

17-21 OCTUBRE 2016



6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Relación entre el clima y las amenazas geológicas

NICK WARLEY
COLIMA

17 DE OCTUBRE 2016





6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático



Relación entre el clima y las amenazas geológicas

Nick Varley – Facultad de Ciencias, Universidad de Colima



Huracán Jova



Volcán de Colima; 30 de abril 2016



6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Amenazas Geológicas



- Erupciones volcánicas
- Sismos
- Remoción de masa
- Hundimientos
- Hidratos de gas



Volcán de Colima



Temblor México 1985



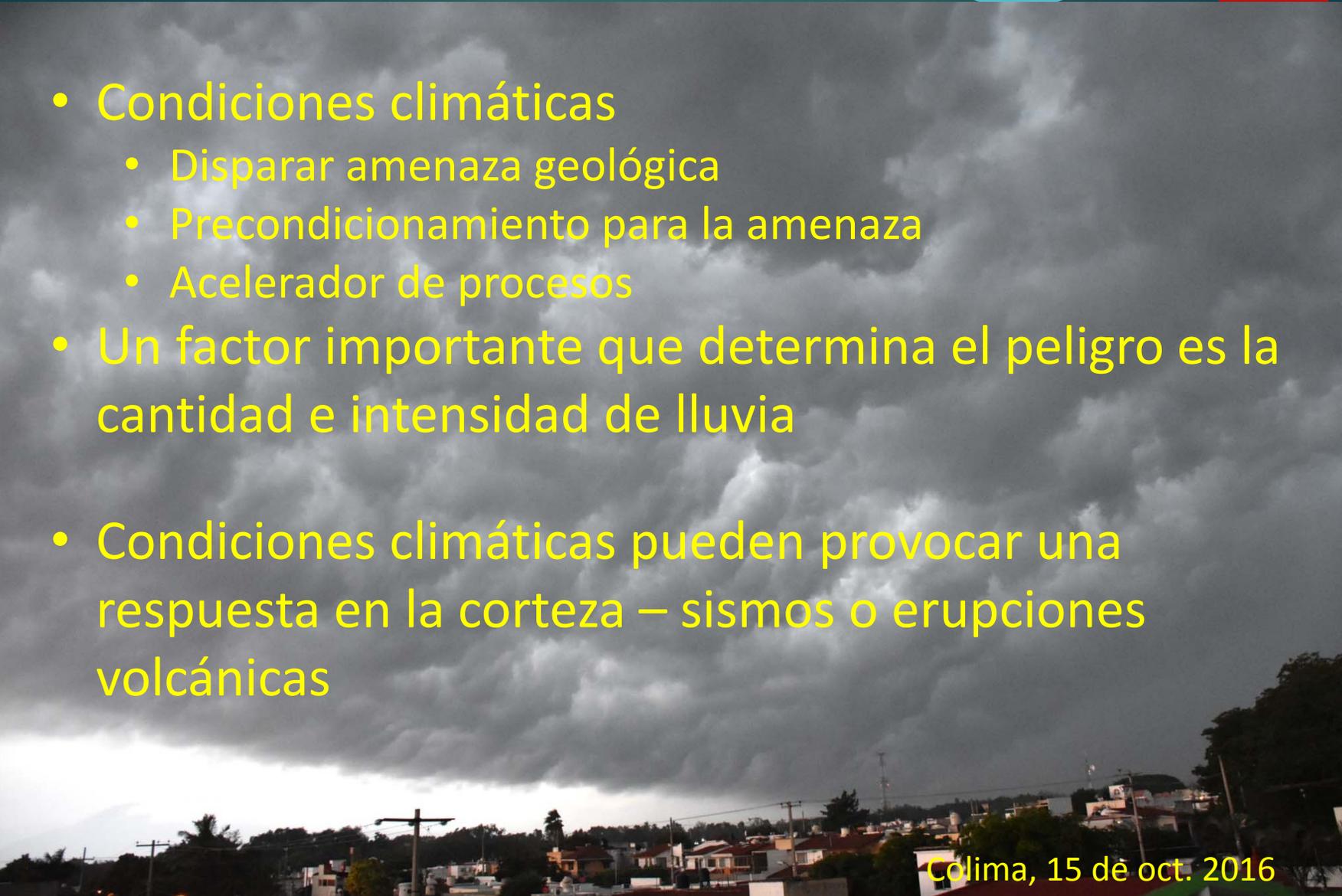
Oaxaca, 2013



Ciudad de México,
junio 2012



- Condiciones climáticas
 - Disparar amenaza geológica
 - Precondicionamiento para la amenaza
 - Acelerador de procesos
- Un factor importante que determina el peligro es la cantidad e intensidad de lluvia
- Condiciones climáticas pueden provocar una respuesta en la corteza – sismos o erupciones volcánicas

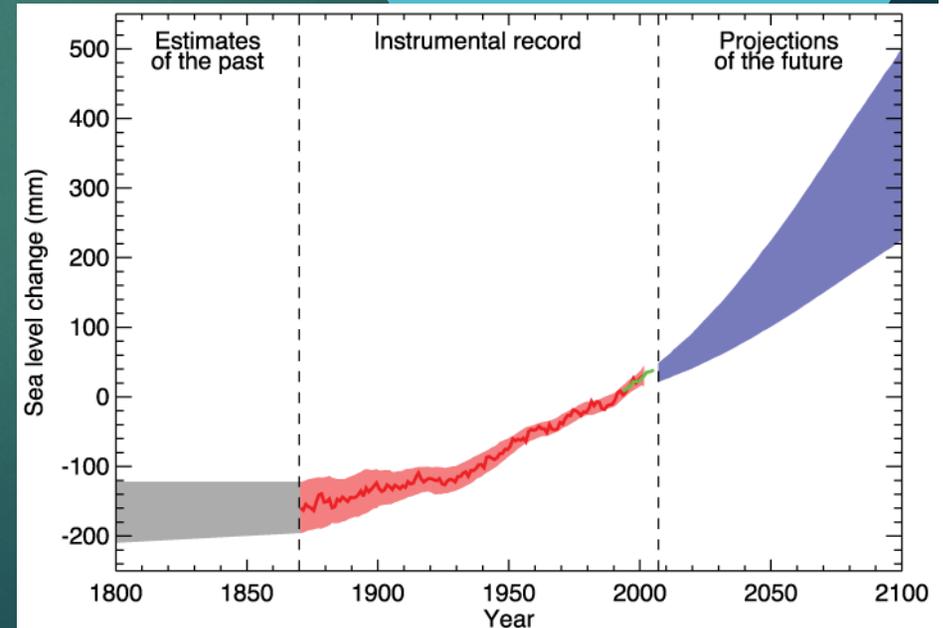


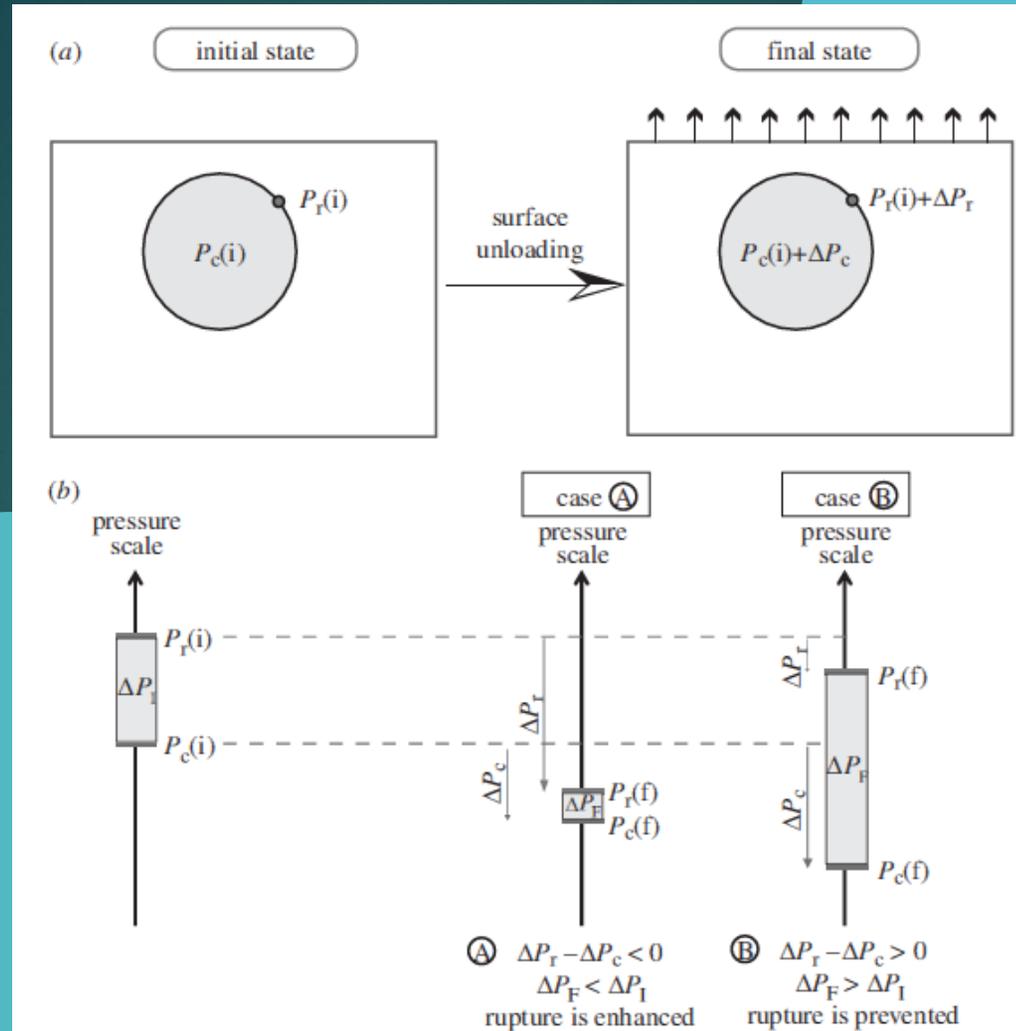
Colima, 15 de oct. 2016

Influencia climática



- ▶ Largo plazo – generación de erupciones
 - ▶ Cambio en nivel de los océanos – efectos de eustasia
 - ▶ Reducción en peso de glaciares
 - ▶ Cambios en los niveles freáticos – actividad freática
- ▶ Corto plazo – aumenta la amenaza
 - ▶ Lluvia – movilidad de flujos
 - ▶ Viento – dispersión de tefra





- ▶ Disparo de erupción determinado por diferencias en presión – modelo elaborado por Islandia
- ▶ Sigmundsson et al. 2010

Actividad volcánica



- Multi-amenaza
- Avalanchas de escombros
 - Alto impacto baja probabilidad
 - Movilidad aumentado con agua
- Corrientes de densidad piroclásticas
- Lahares
 - Removilización por agua
- Caída de tefra
 - Cambio de campo de vientos

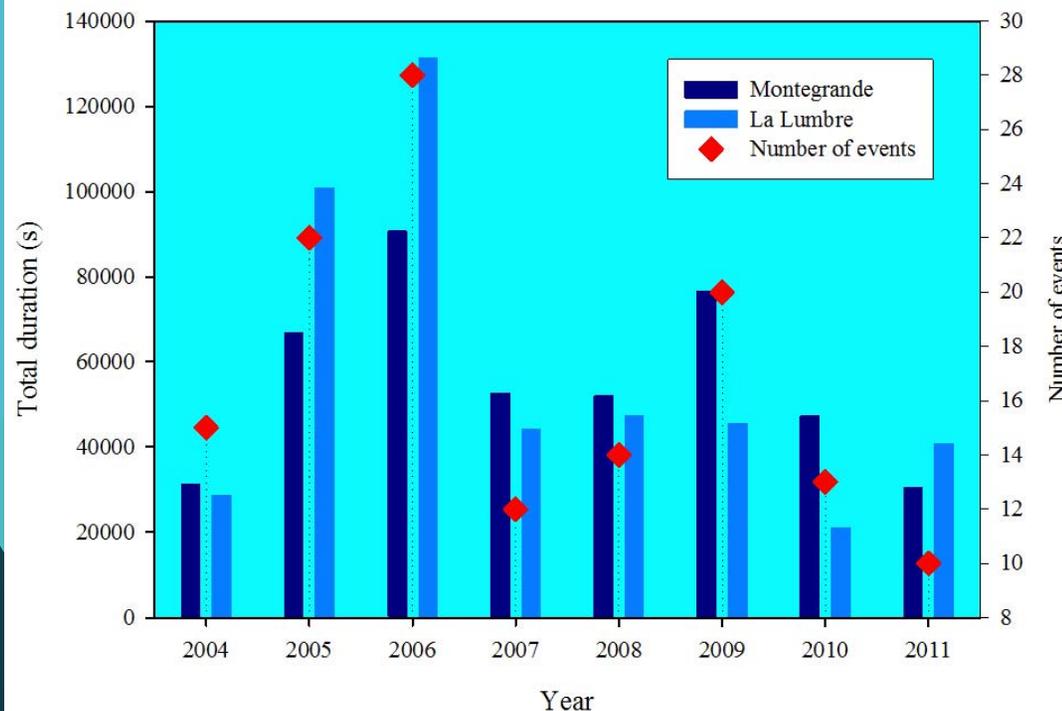


Lahares



- ▶ Flujos de escombros en volcanes activos
- ▶ Normalmente amenaza secundaria
- ▶ Disparados por lluvia (sismos, lagos cratéricos, derretimiento de glaciares)

- ▶ Requiere material – más frecuente y de mayor magnitud después de actividad con depositación de PDCs



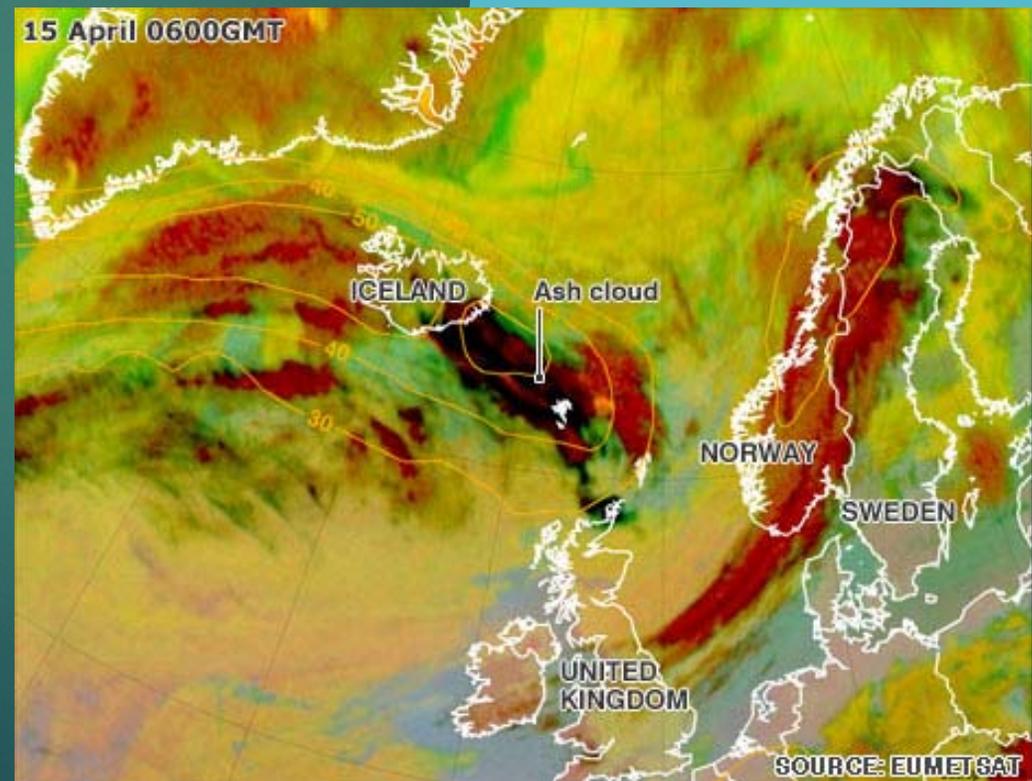
Unzen, Japón; 1991-3

Caída de tefra



- ▶ Controlada por:
 - ▶ Cantidad emitida en la erupción
 - ▶ Altura de la columna eruptiva
 - ▶ Campo de vientos
- ▶ Amenaza con mayor alcance
- ▶ Con lluvia aumenta la amenaza (mayor peso)
- ▶ Dispersión más irregular con tormentas

Eyafallajökull; abril de 2010





6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Evaluación del riesgo



- ▶ Definición de escenario
 - ▶ Actividad histórica y prehistórica; volcanes analógicos
- ▶ Zonificación de amenaza
 - ▶ Modelación numérica y simulación
- ▶ Cuantificación de la vulnerabilidad



14 de oct. 2016



6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Volcán de Colima



- ▶ Episodios eruptivos intensas en 1998 – 2011 y 2013 – presente
- ▶ Erupciones Vulcanianas en 2005 – PDCs a 5.4 km
- ▶ Erupción y colapso en julio 2015 – PDCs a 10.7 km
- ▶ Efusión rápida 30 de septiembre 2016 – presente
- ▶ ¿Evolución a una erupción climática?

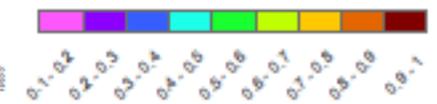
14 de oct. 2016

Mapas de amenaza

Erupción Pliniana (ERS)

Carga de Tefra: 1 kg/m²
Estación de Lluvias

Probabilidad de acumulación de masa > umbral



Vías de Comunicación

--- Concesionada

— Federal

— Estatal

— Otra

■ Zona Urbana

□ Límites Municipales INEGI

● Localidades Rurales

Caída de tefra

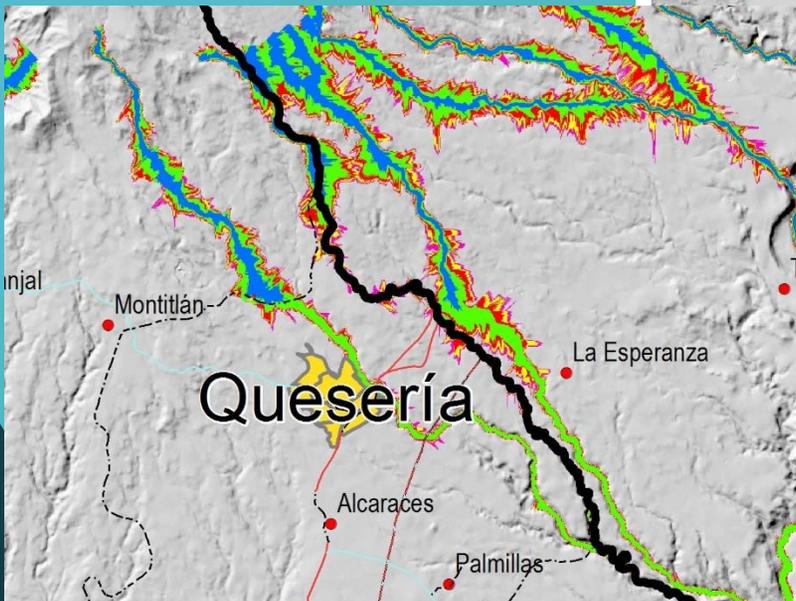
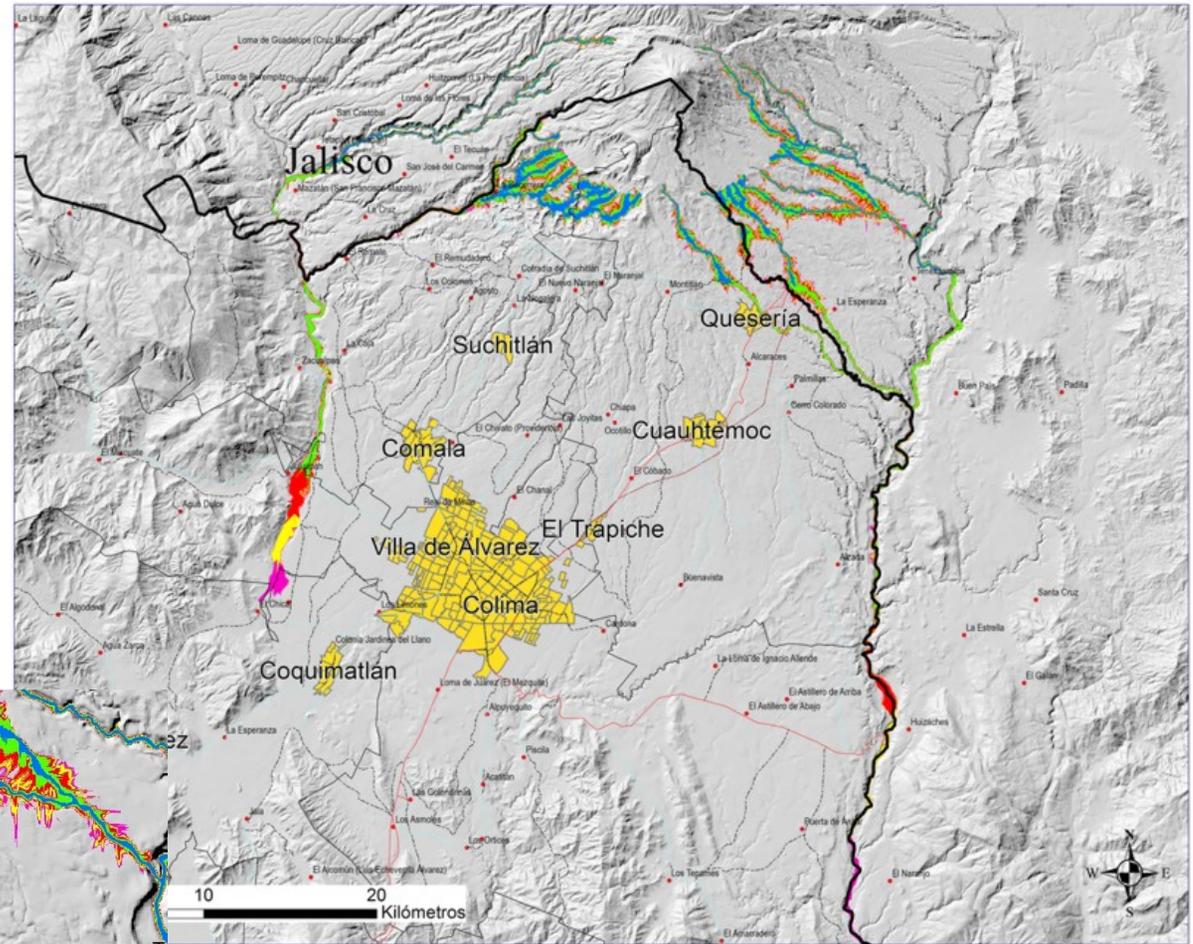
- ▶ Erupción Pliniana – estación de las lluvias
- ▶ Probabilidad de impacto en Manzanillo es 60 – 70% por 1 kg m⁻²

Lahars

- ▶ Modelación con LaharZ
- ▶ 5 escenarios VEI 3 – 6

Lahares

Erupciones: Vulcaniana (VEI 3), Subpliniana (VEI 4 - 5) y Pliniana (VEI 6)



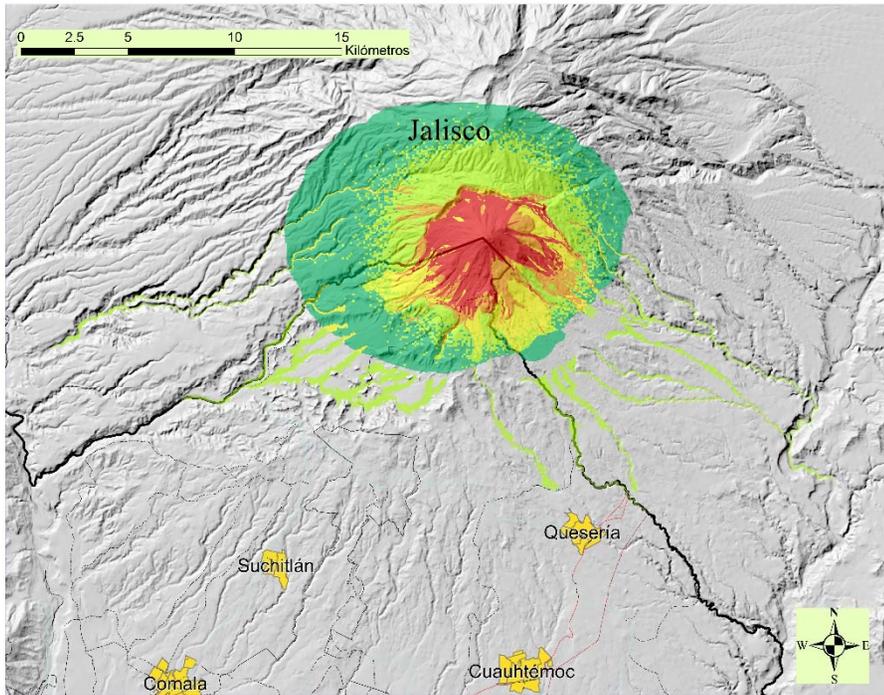


6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Mapas de peligro



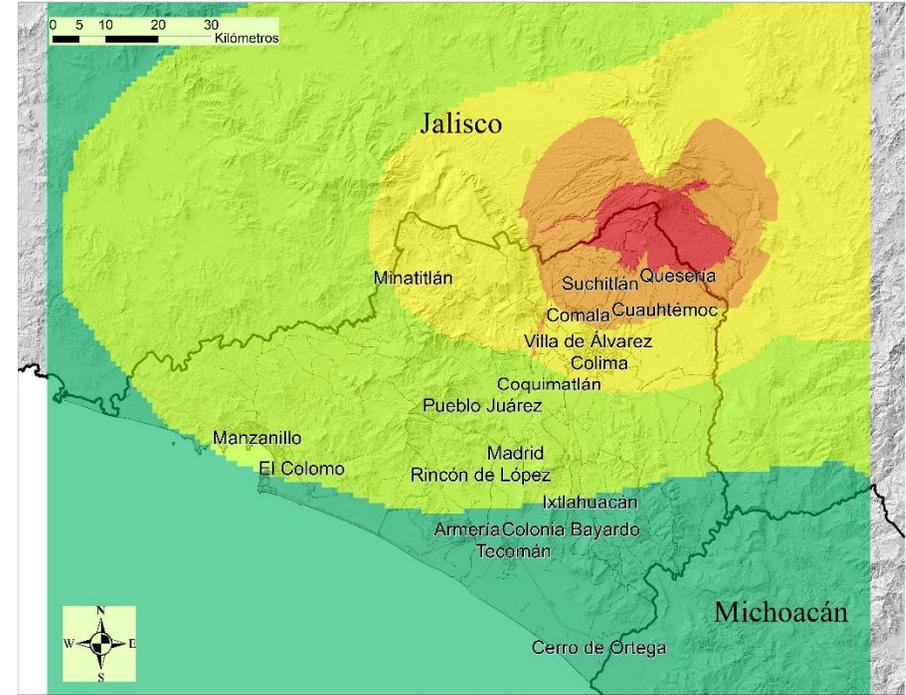
Mapa de Peligros del Volcán de Colima
Erupción VEI 3



Nivel de Peligro

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

Mapa de Peligros del Volcán de Colima
Erupción VEI 6



Nivel de Peligro

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

VEI 3 – poca tefra

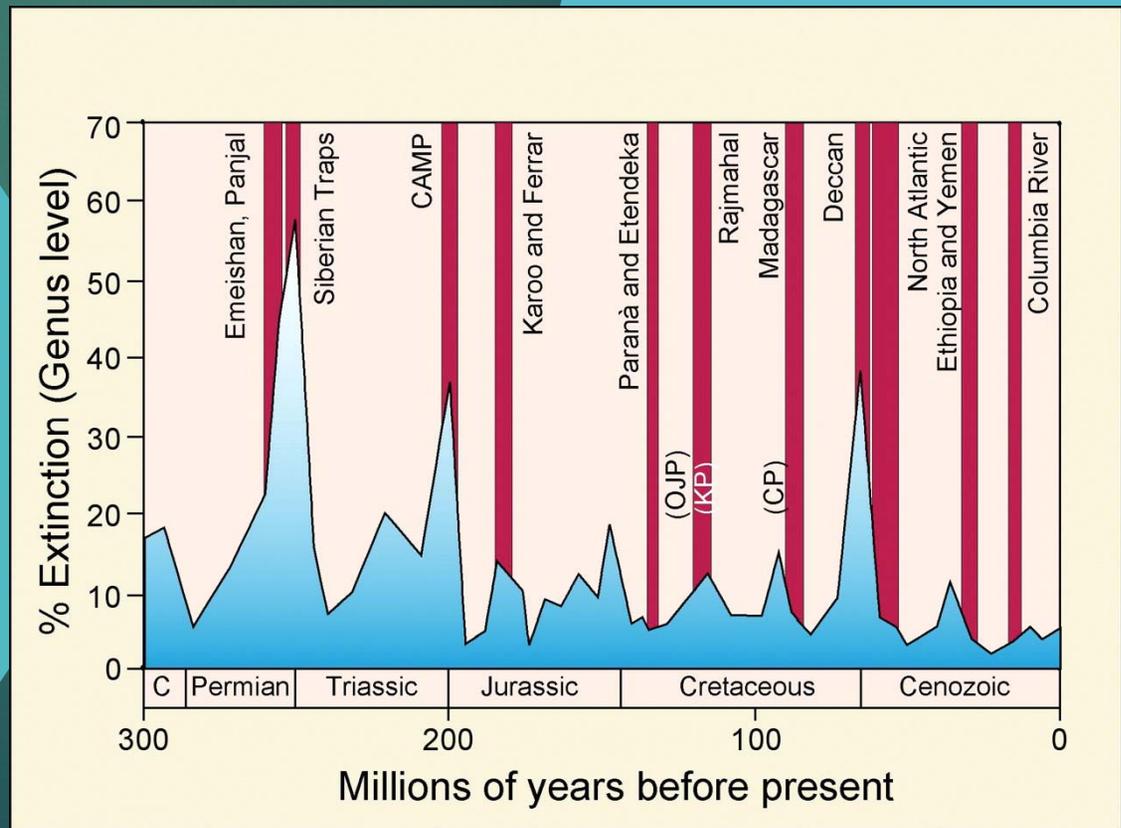
VEI 6 – amenaza extensa

▶ Combinación de diferentes amenazas por diferentes escenarios

Impacto de erupciones al clima



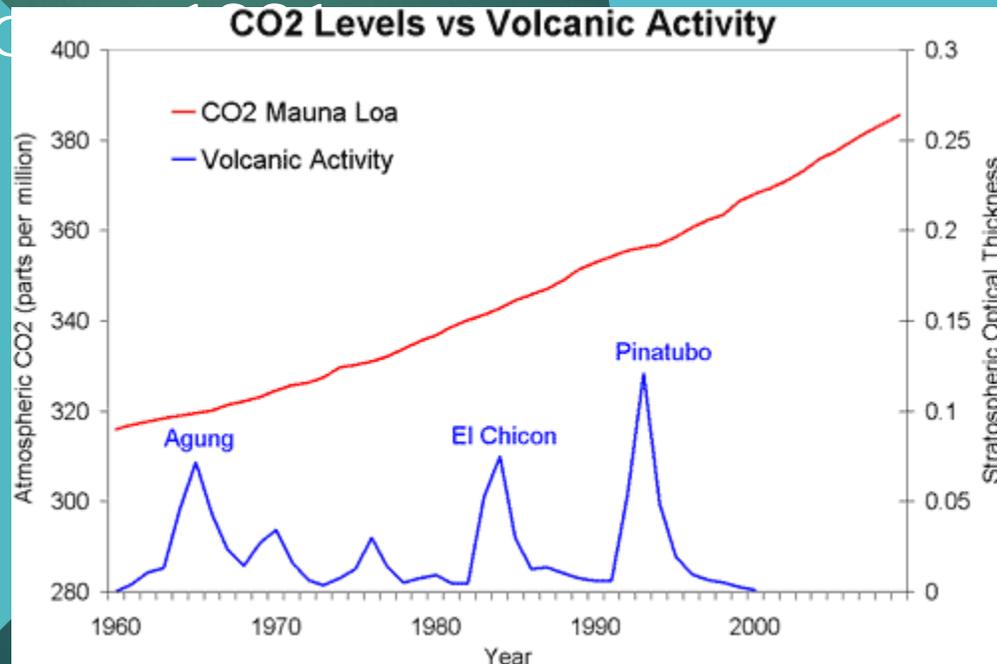
- ▶ Extinciones masivas relacionadas con actividad volcánica y cambios climáticos catastróficos – gran provincias ígneas
- ▶ Emisión de gases invernaderos – calentamiento global
- ▶ Emisión de aerosoles – enfriamiento global



Gases volcánicos



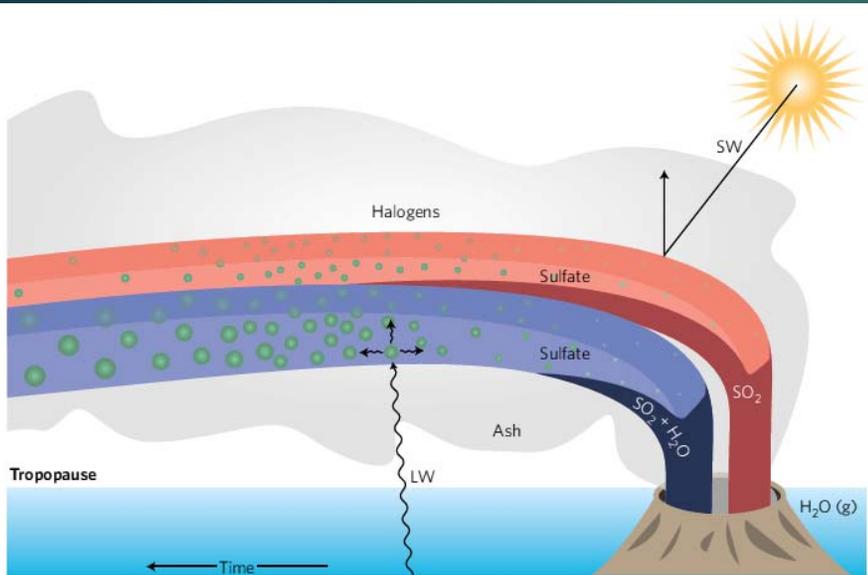
- Volcanes producen 242 millón T de CO₂ por año
- Producción antropogénico = 29 billón T
- Pinatubo 21 T de CO₂ = 0.2% del antropogénico





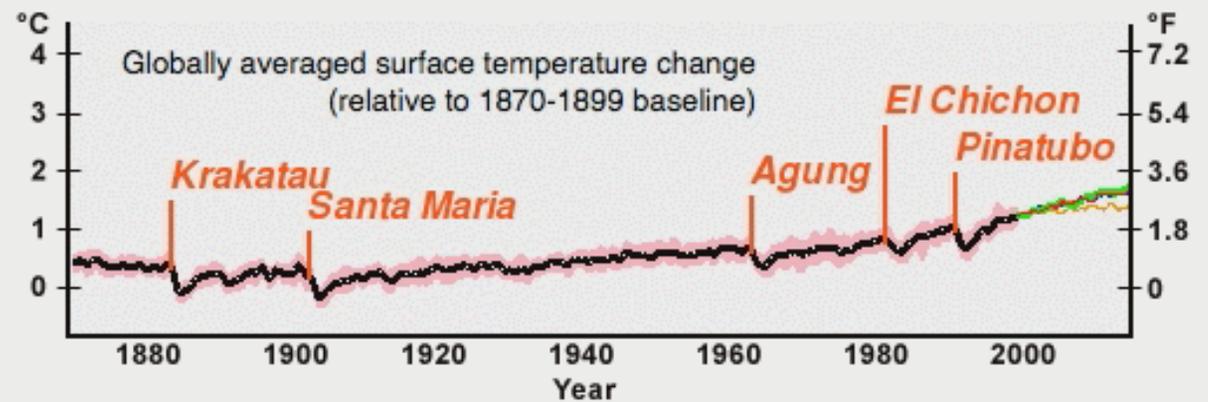
6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Aerosoles



- ▶ Aerosoles disminuyen la temperatura
- ▶ También dispersión de la radiación de onda larga puede resultar en calentamiento

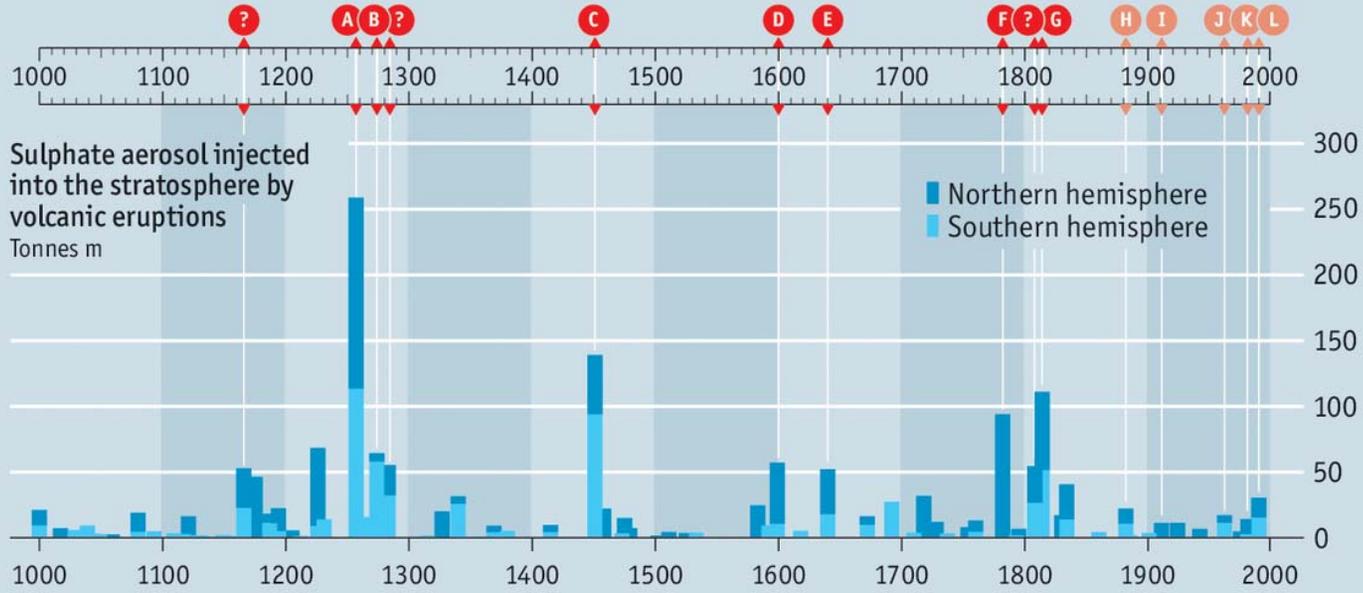
LeGrande et al. 2016



Gary Strand (NCAR / DOE)

Mountains that change the world

- A** Eruptions with major climate effects*
- A** Selected recent eruptions



Sources: Rutgers University; Global Volcanism Program, Smithsonian Institution

*Sulphur emissions >50m tonnes

Sismos



- Pueden resultar de cambios en las condiciones climáticas
- Aumento en nivel del mar → mayor peso → disparar sismo cuando estado ya es crítico
- Rebote isostático – levantamiento después del derretimiento de glaciares – activación de fallas
- Se requiere más trabajo para definir bien la relación



Newsweek: Nepal

Remoción de masa



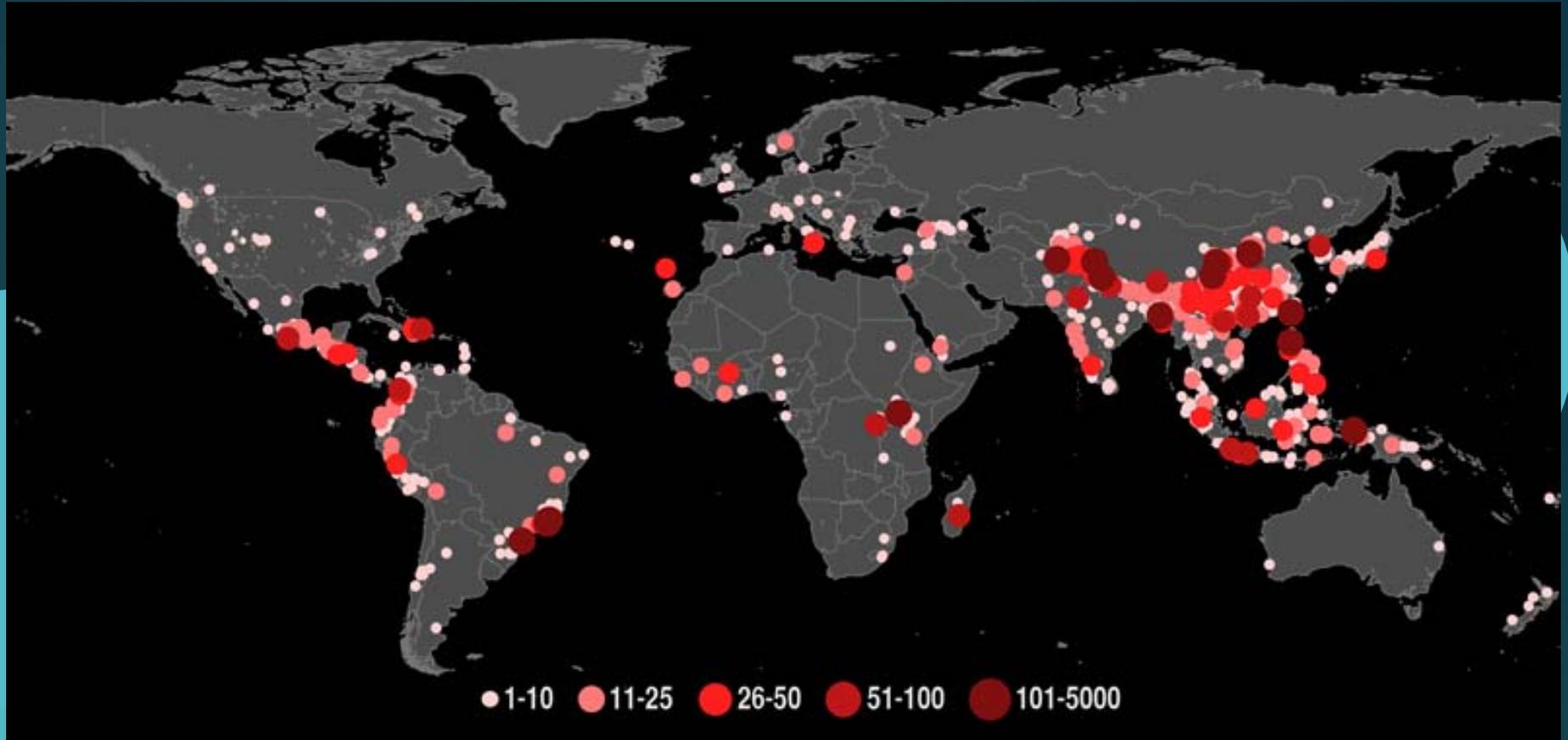
- ▶ Lluvia determina la movilidad de los flujos



La Pintada, Guerrero,
2013
68 muertos

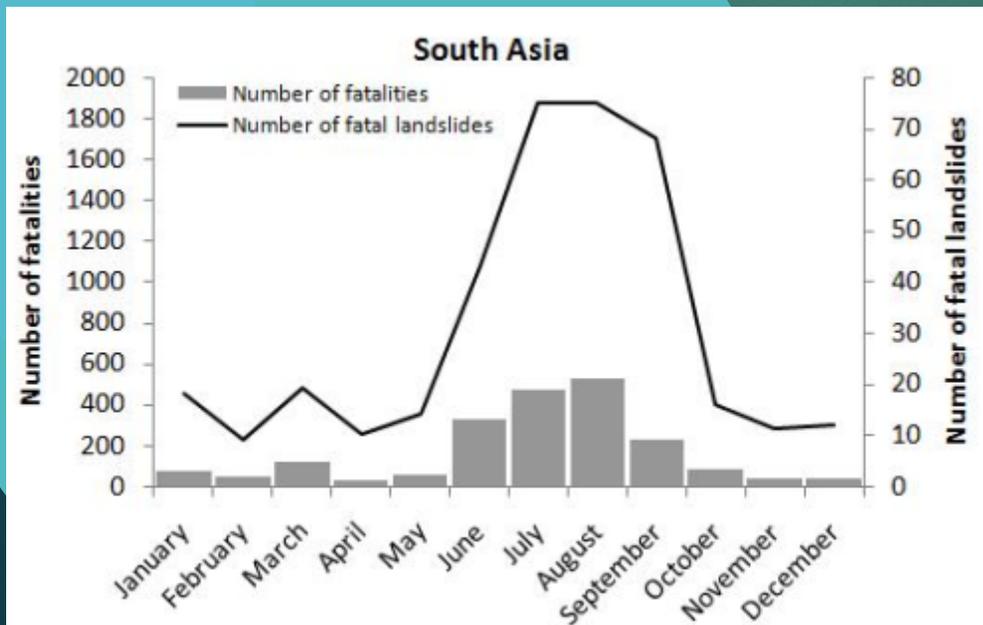
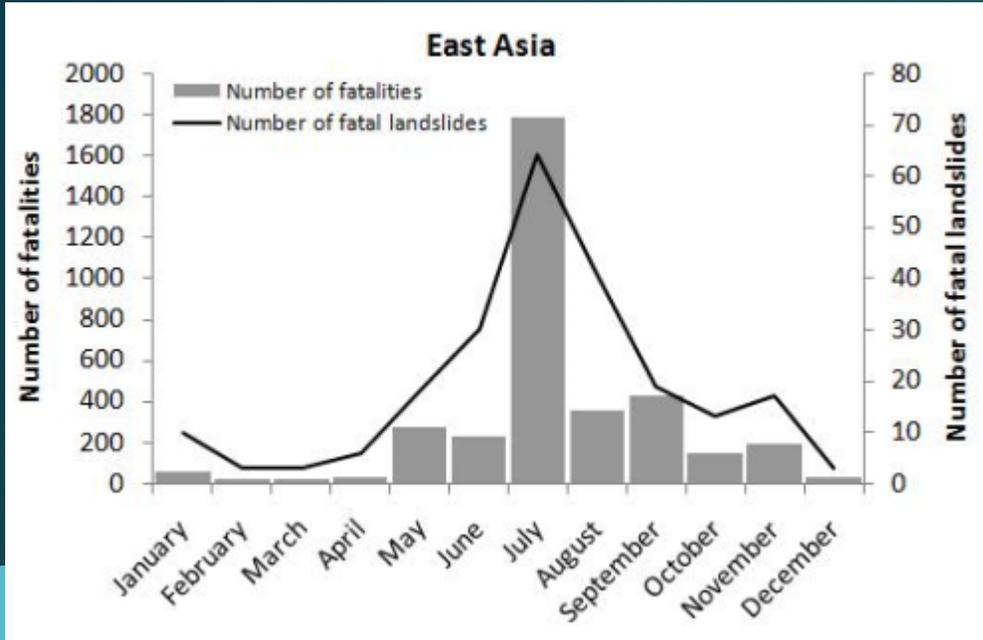


6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático



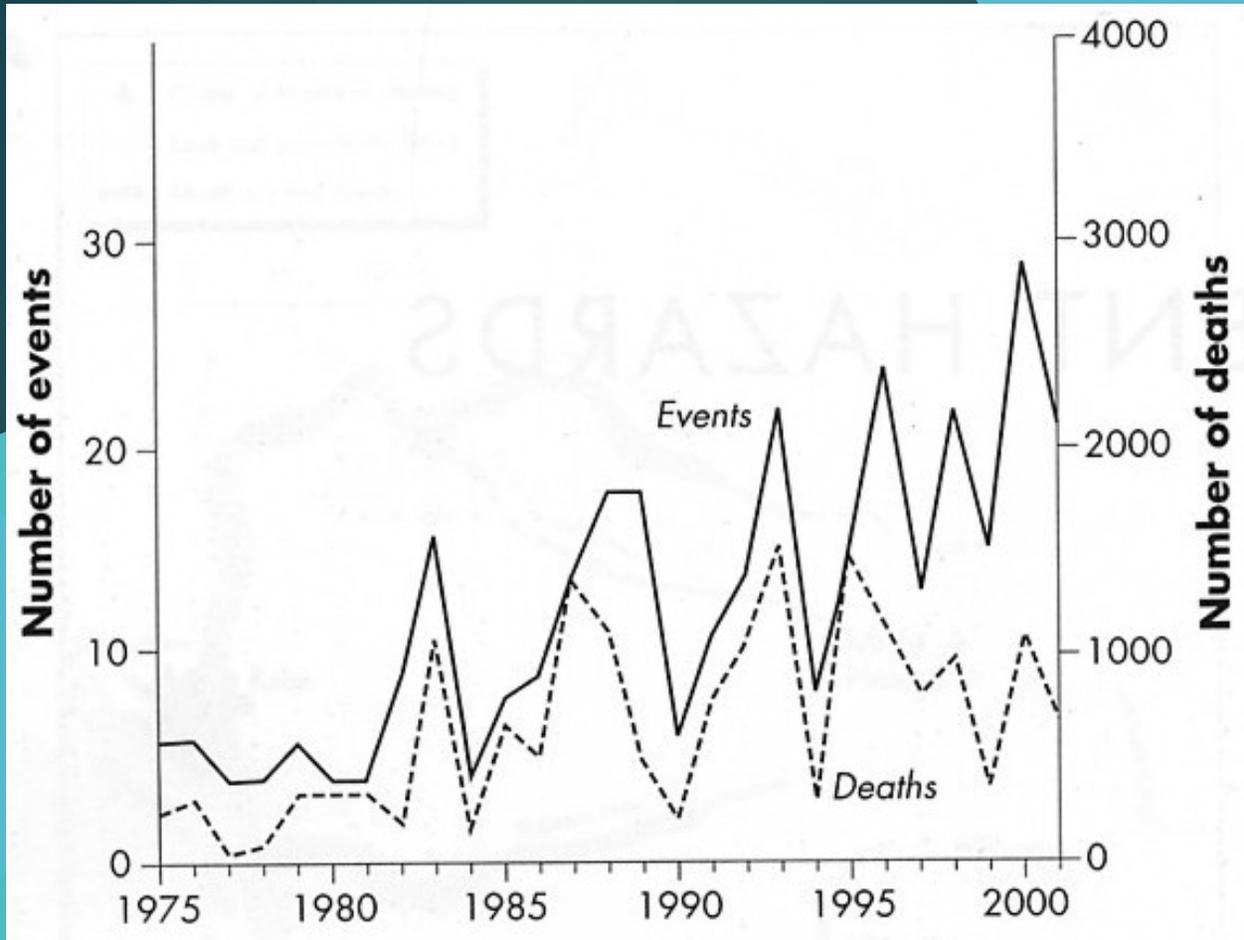
Deslizamientos con fatalidades de 2007 a 2013. Crédito: NASA Goddard Space Flight Center

Influencia del monzón en Asia





6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático



Número de desastres & muertos por remoción de masa 1975-2001

Hundimientos



- ▶ Disolución de roca controlada por la lluvia

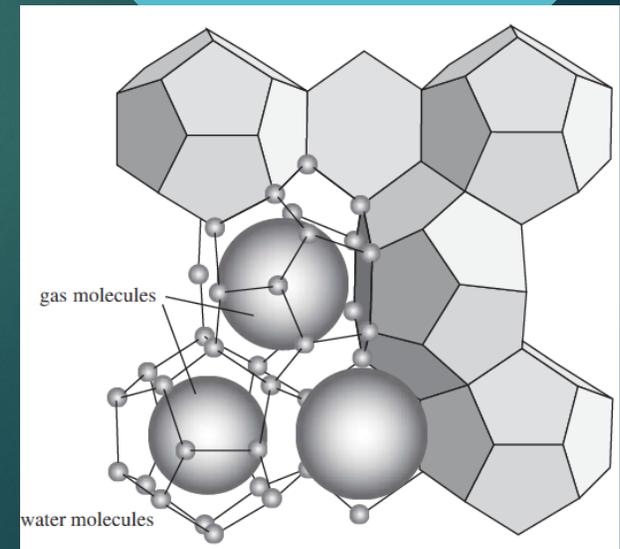


Winter Park, Florida (1981)

Hidratos de gas



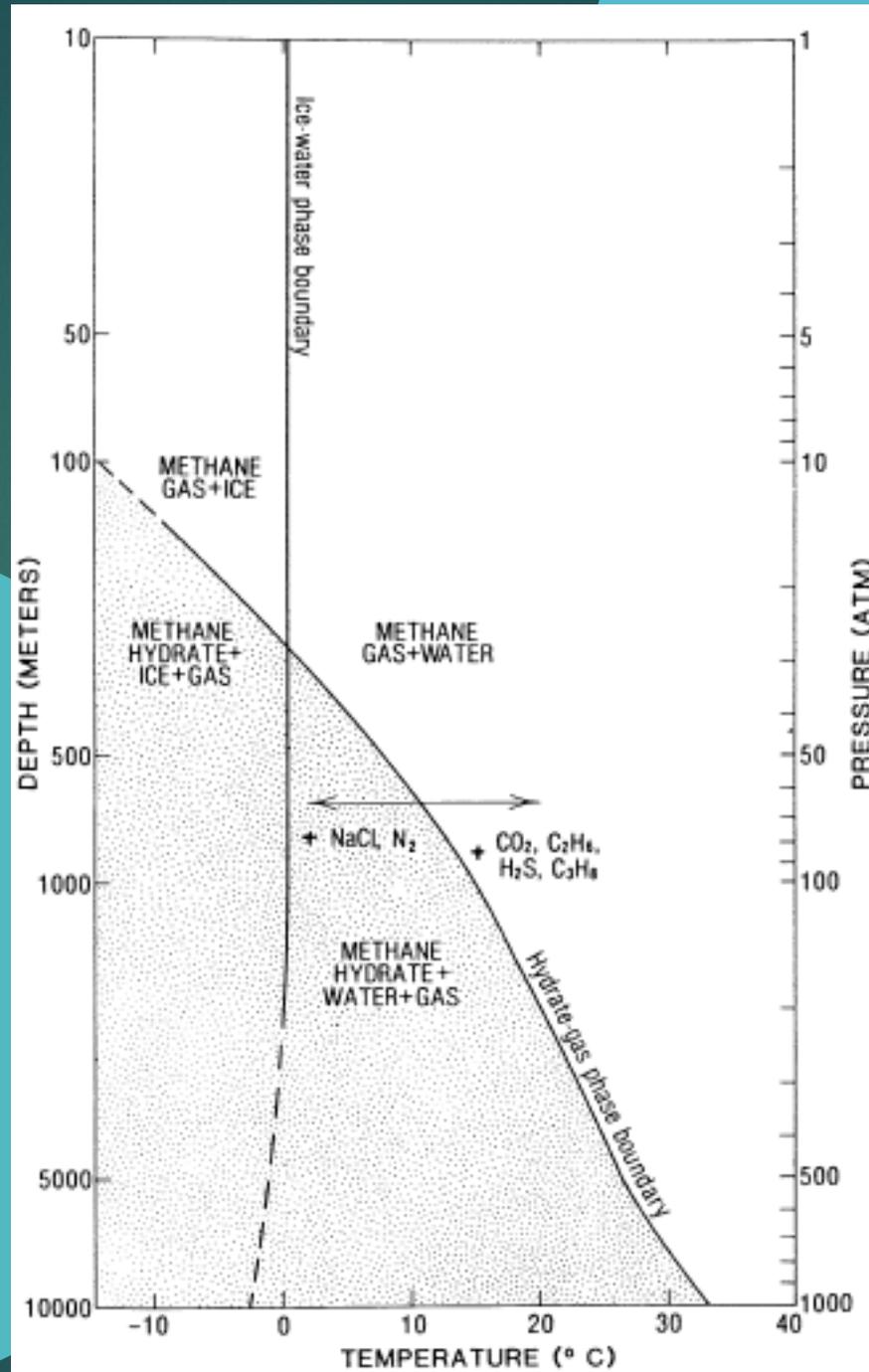
- Gas (metano) atrapado en zonas de alta presión y baja temperatura
- Depósitos marinos
- Depósitos en permafrost – vulnerable por deestabilización como resultado de aumento en temperatura
- Posiblemente contribuyó al máximo térmico del Paleoceno/Eoceno
- Liberación por
 - Remoción de masa
 - Aumento en temperaturas del mar
 - Calentamiento global e impacto en permafrost





6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

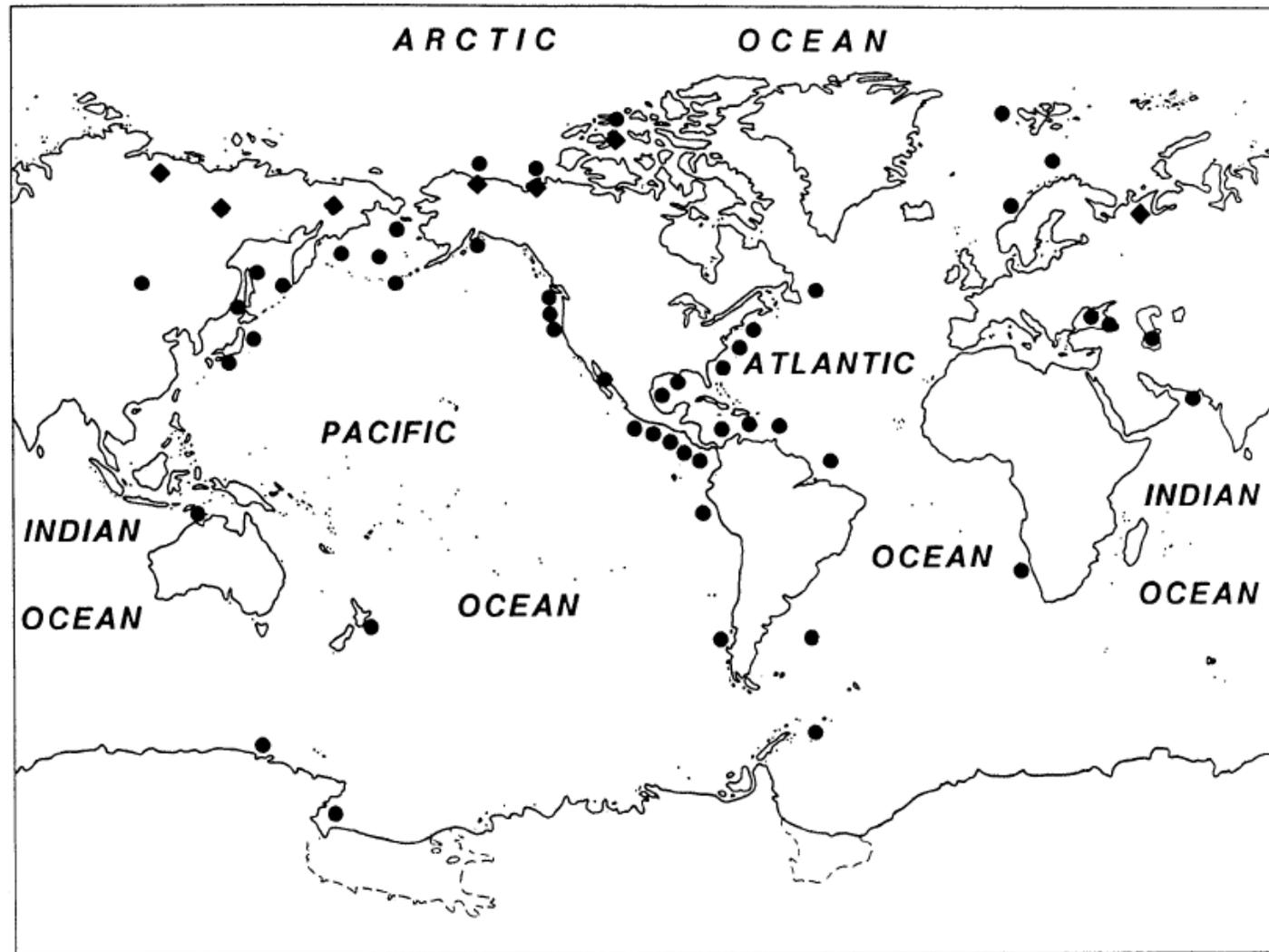
▶ Diagrama de fases



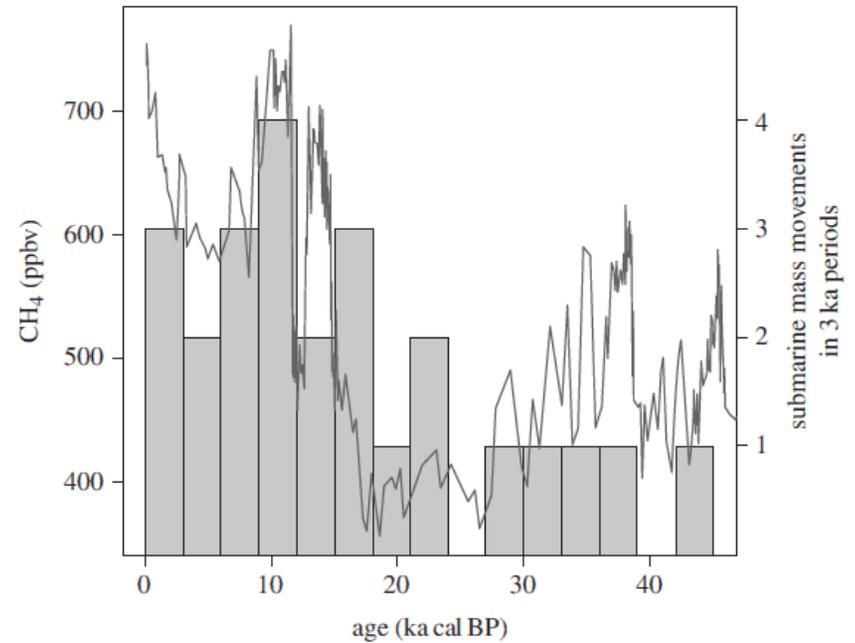
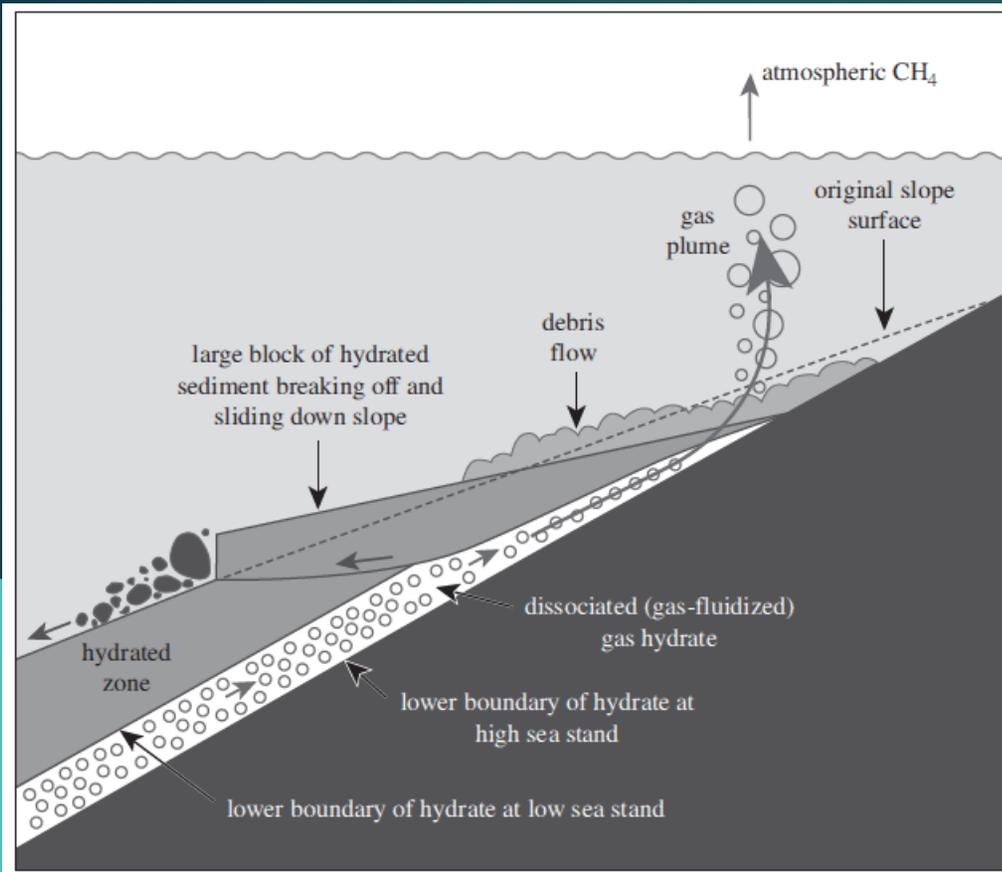
Kvenvolden, 1993 Reviews of Geophysics



6^{to} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático



Ubicaciones de hidratos de gas – círculo es oceánico y diamante es permafrost
Kvenvolden, 1993 Reviews of Geophysics



Maslin et al. 2010

- ▶ Liberación de grandes volúmenes de gas por deslizamientos
- ▶ Evidencia de correlación entre CH_4 y remoción de masa submarina en el Atlántico Norte



Zonas con alta susceptibilidad ante aumentos en temperatura y precipitación
 McGuire 2010

Conclusiones



- ▶ Erupciones volcánicas pueden ser disparados por afectos del calentamiento global
- ▶ Mayor riesgo por las amenazas asociadas a erupciones con un aumento y la frecuencia e intensidad de tormentas
- ▶ Erupciones grandes influyen el clima global
- ▶ Existe la posibilidad de un aumento en la frecuencia de sismos por afectos del calentamiento global
- ▶ Aumenta la frecuencia y magnitud de desastres por remoción de masa con más precipitación
- ▶ Una aceleración en la evolución de subsidencia resulta de más lluvia
- ▶ Existe el potencial de un gran problema con los hidratos de gas – aceleración en el efecto invernadero