



**VOLCANES:
fuentes de vida
ocaso de civilizaciones**

Ramón Ortiz
Dep. Volcanología CSIC
ramon@mncn.csic.es



Huellas de Acahualina
Managua, Nicaragua





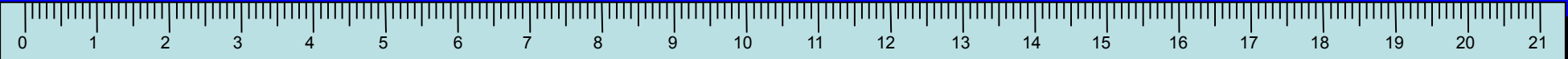


Lo que nos
cuenta la
Historia

Teide
Vesuvio

Hekla

Vesubio
Timanfaya
Krakatoa
St. Helens
Etna
Laki
Mt. Pele
Tambora
Pinatubo



1 mm cada 10 años

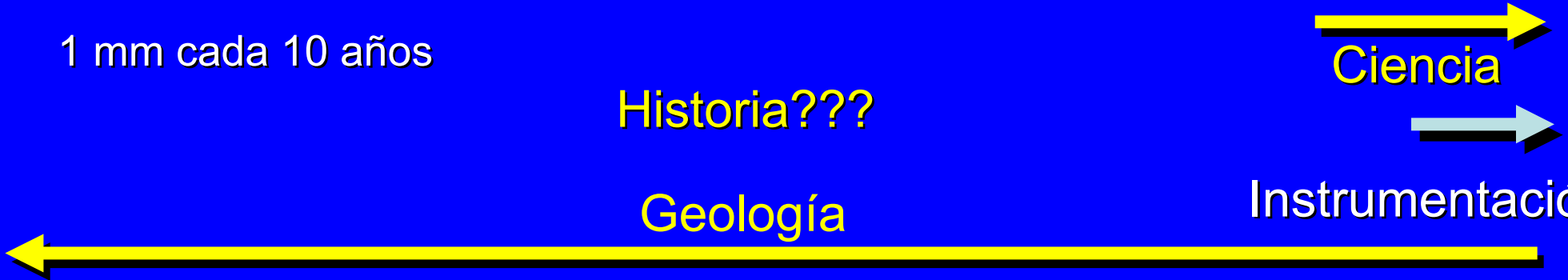
Historia???

Ciencia

Geología

Instrumentación

Arqueología

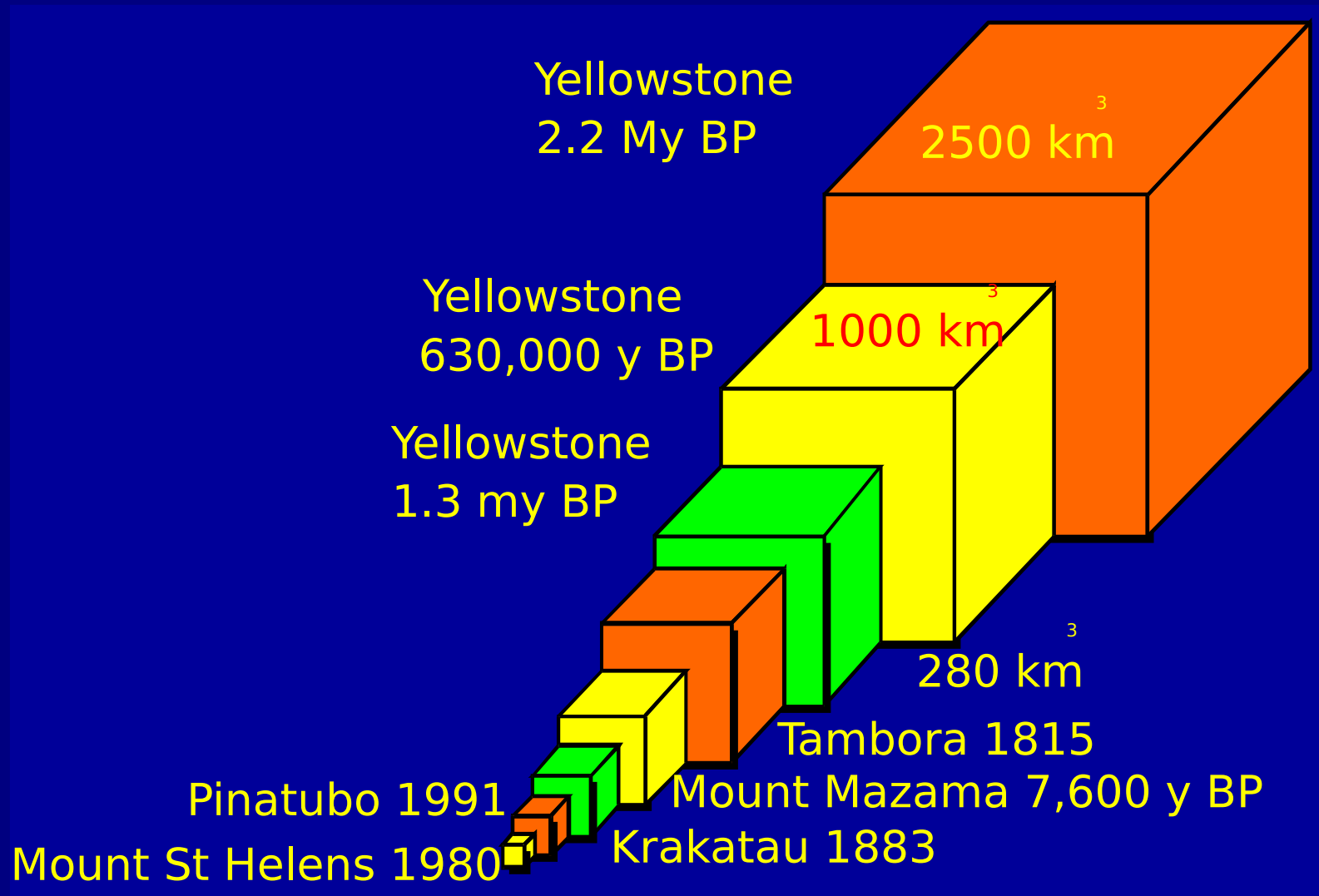


Un Problema

- Tradicionalmente, la historia y la arqueología presentan un enfoque humanista
 - Religión
 - Ejército
 - Comercio
 - Justicia
 - Ocio
- Ciencia, Ingeniería y Escuelas Técnicas no existen !!!
- Arquitectura, Hidráulica, Navegación, Logística, etc.
¿cómo se desarrollaron?

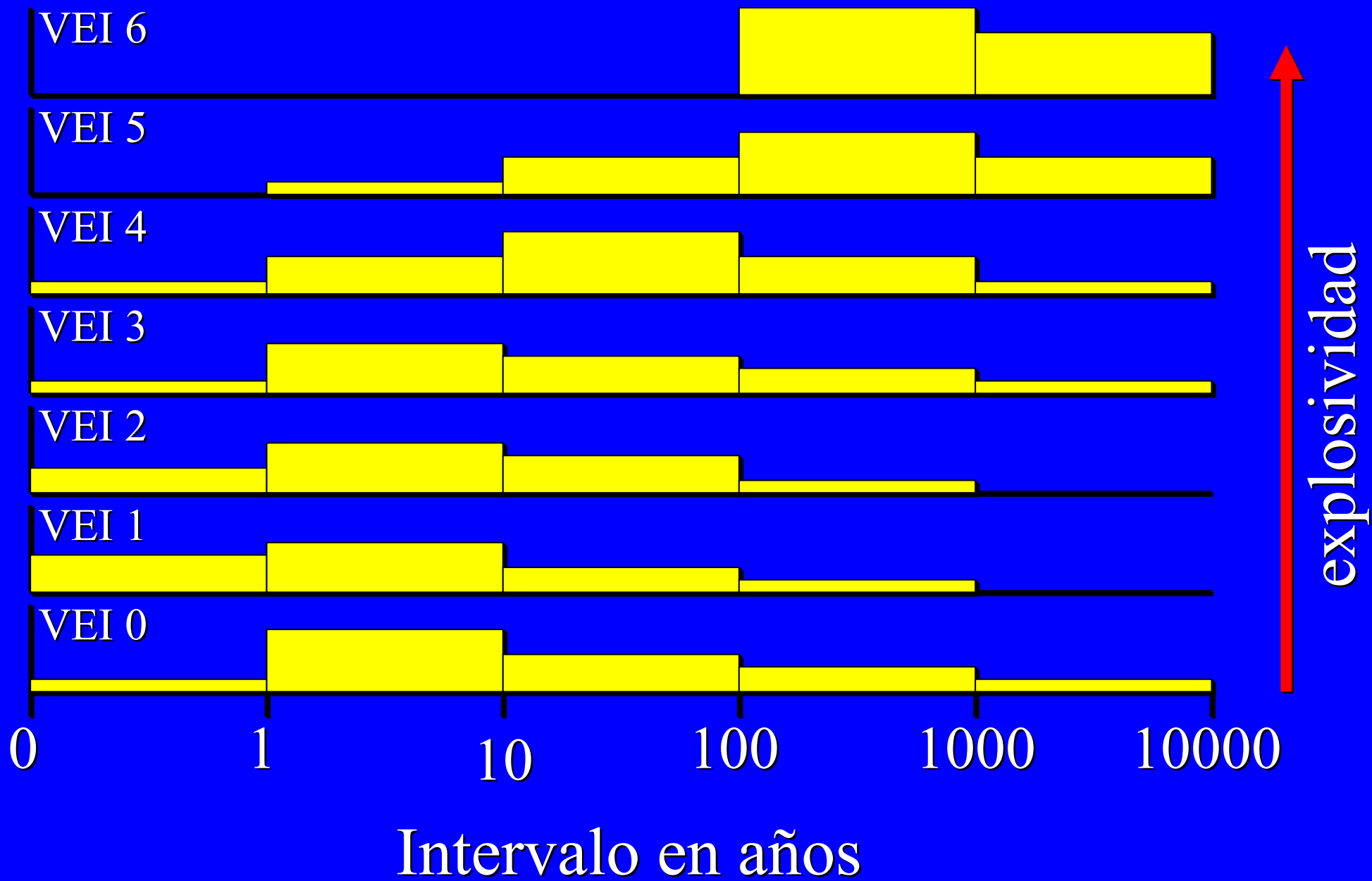


Dimensión de las erupciones



ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy Grande	--	--	--
Volumen emitido (m3)	< 10,000	10,000-1,000,000	Uno a diez millones	Diez a cien millones	Cien a mil millones	Uno a diez km3	Diez a cien km3	Cien a mil km3	Más de 1000 km3
Altura de la columna (km)	0,1	0,1 - 1	1 - 5	3 - 15	10 - 25	Más de 25	--	--	--
Duración en horas	<1	<1	1 - 6	1 - 6	1 - 12	6 - 12	Más de 12	--	--
Inyección a troposfera	mínima	leve	moderada	sustancial	Grande	--	--	--	--
Inyección a estratosfera	nula	nula	nula	posible	definida	significativa	grande	--	--





Caldera de Thera (Santorini. Grecia)



Hotel
VILLA RENOS

Hotel
VILLA RENOS

Hotel
VILLA RENOS

Hotel
VILLA RENOS



La erupción se inicia con una gran emisión de pómez, que cubre la ciudad y la protege de las fases más violentas que siguieron



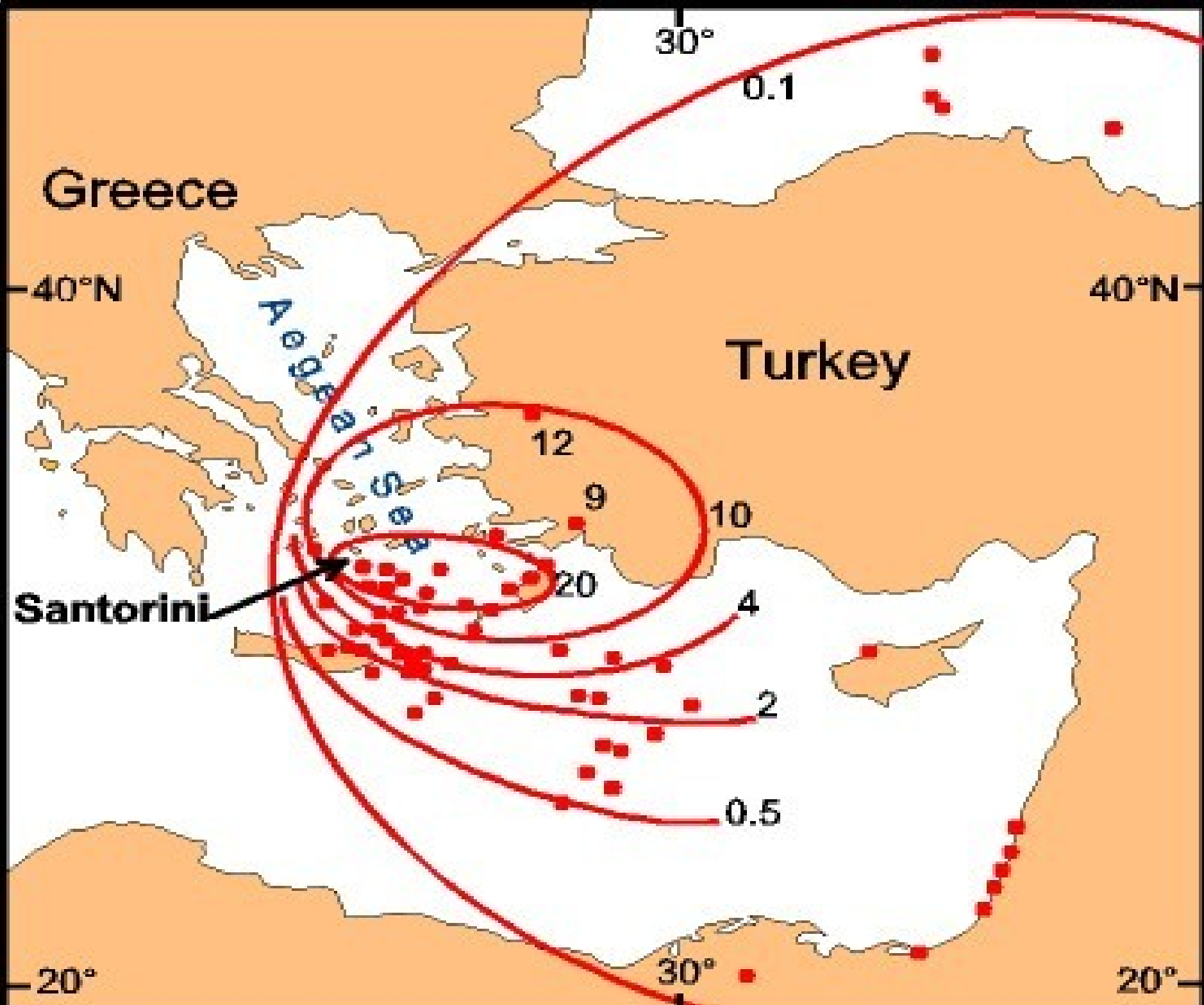






La evacuación se realizó en forma tranquila, las grandes ánforas, utilizadas para almacenar grano, vino y aceite las dejaron totalmente vacías







Erupcion Thera:

Plagas de Egipto

Datación

Erupción 1645 +/- 20 AC

Exodo 1800 – 1200 AC

Monte Sinai

Los fenómenos descritos corresponden a actividad volcánica

En la zona existen centros eruptivos recientes, entre ellos el Sinai actual, con presencia de obsidianas



Vesuvio, Italia 79 DC



Pompeya, Napoles

**Plinio el Viejo:
Primer Gestor conocido de un crisis volcánica**





Los relativamente pocos muertos, ocurrieron en la segunda fase de la erupción, indicando un desconocimiento del fenómeno y a un posible exceso de confianza de la rica sociedad romana







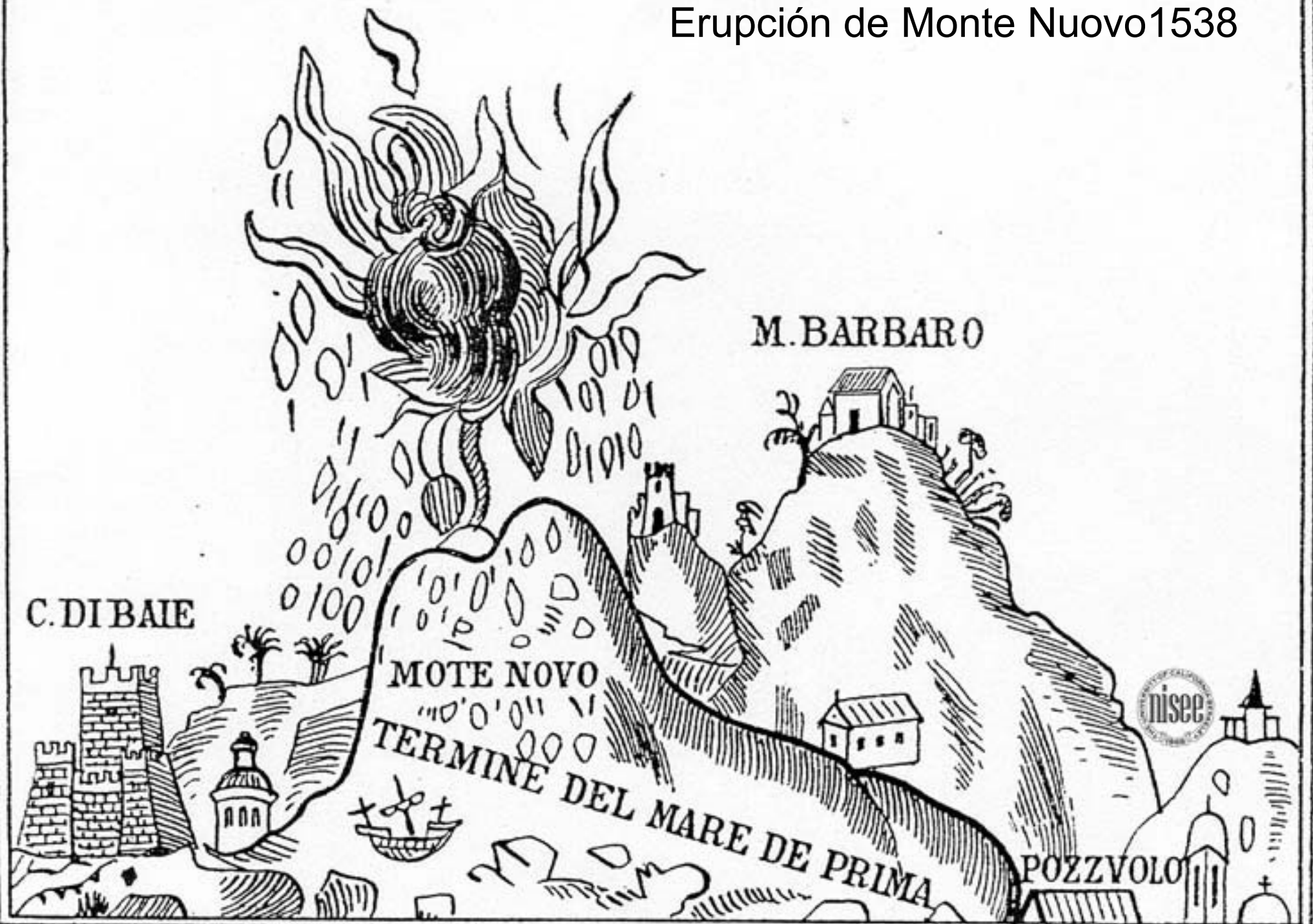
Muy pocos cadáveres se han encontrado en Herculano, todos ellos en el puerto. La evacuación fue un éxito!!

La deformación y la gran actividad sísmica asusto a la población de Puzzoli que pidió ayuda al gobernador español...

Aquí no pasa nada



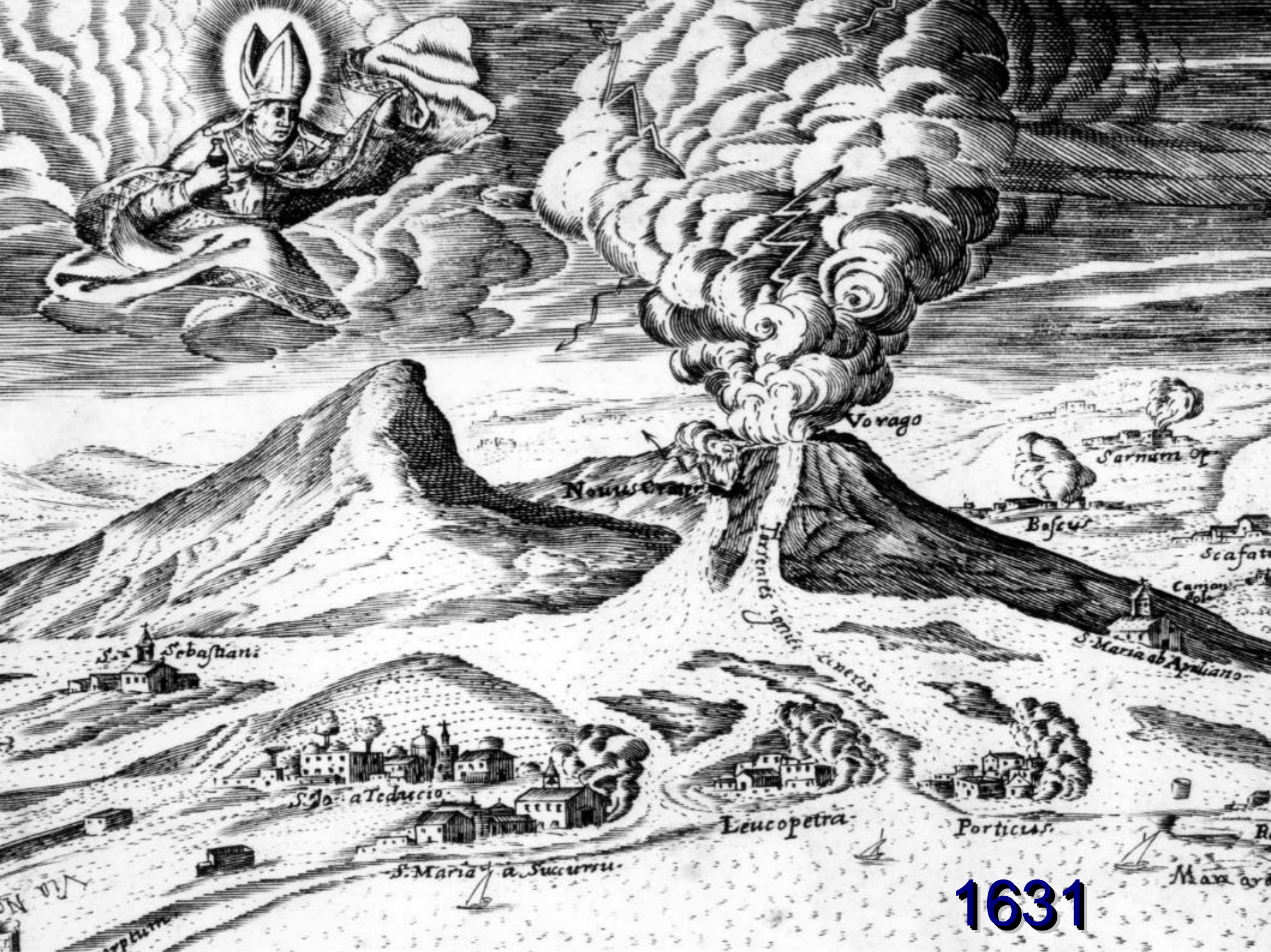
Erupción de Monte Nuovo 1538



Copia de Una lettera

di Napoli che contiene li stupendi, & gran prodigiij
appar si sopra à Pozzolo





1631





1771 eruption P. Fabris



1794 eruption C. De Vito



1774 eruption P. Hacket



1829 eruption



1822 eruption L. Gentile



1777 eruption P. J. Volaire



1839 eruption G. LaPira



1850 eruption







A grayscale topographic map of Italy, tilted at an angle. The map shows the rugged terrain of the Italian peninsula, including the Alps in the north and the Apennines running down the center. The word 'ROMA' is printed in large, bold, red capital letters in the lower central part of the map. Below it, a blue arrow points to the right, with the word 'Albani' written in blue text inside the arrow's body. The map also shows several large lakes and a network of rivers.

ROMA

Albani





1783





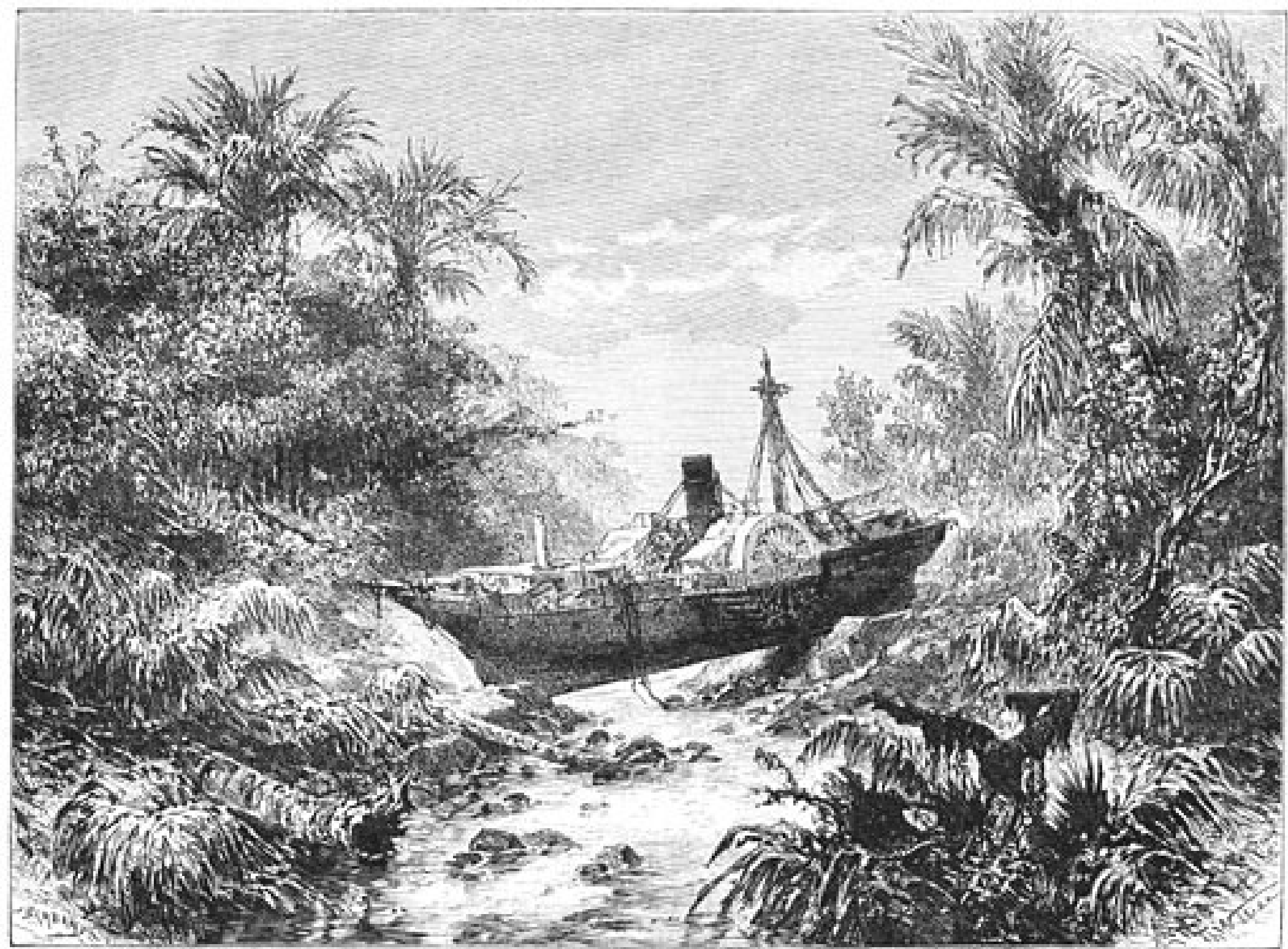
1788-89



Krakatoa 1883





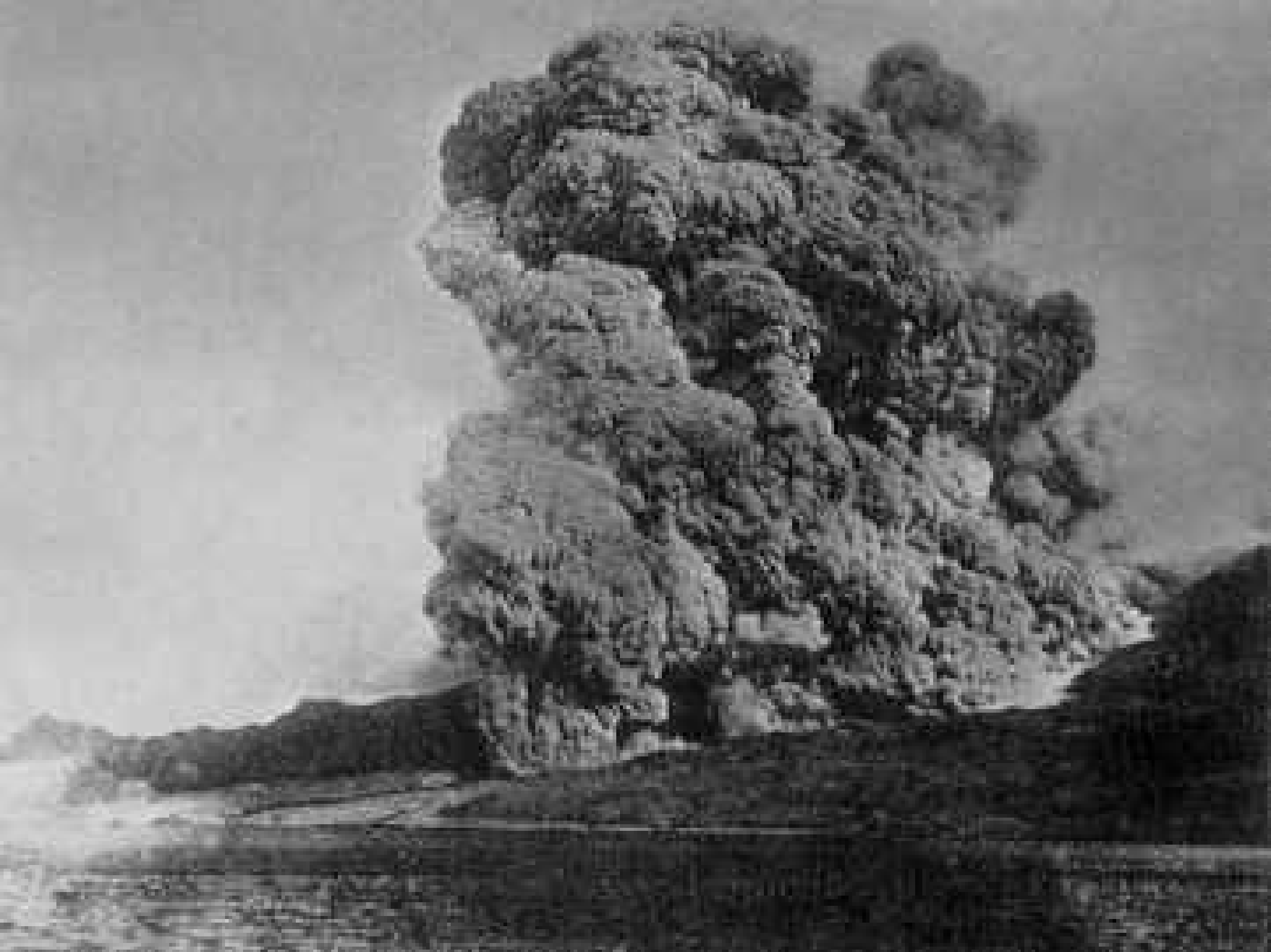




**El Paraíso que se convirtió
en el Infierno**

Mont Pelee 1902







28000 muertos



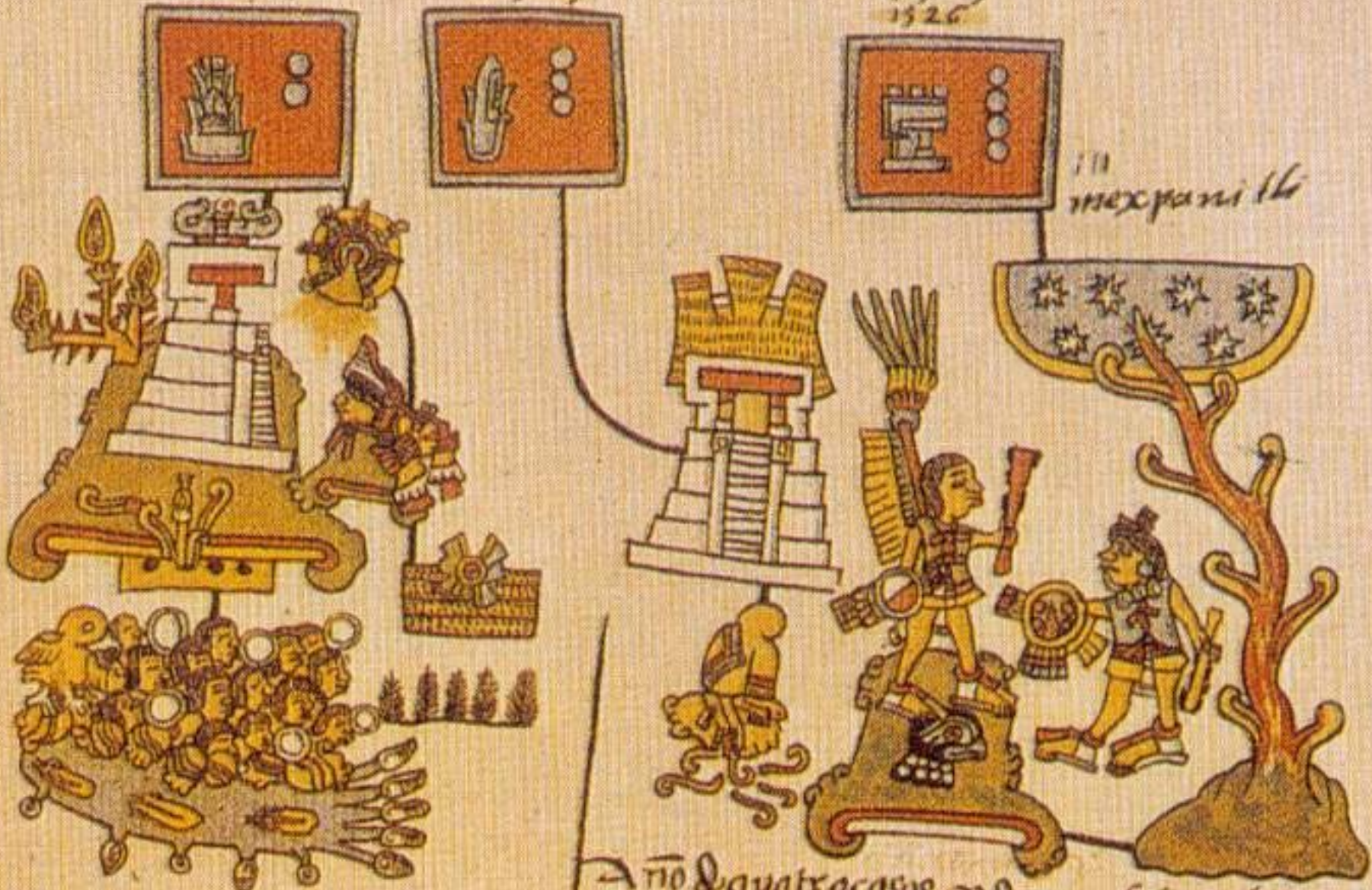


1507
~~1524~~

1508
~~1525~~

1509
~~1526~~

III
mexpanitli



Año. de doscañas. y de 1507 vno
 nechipse de sol y tenblo la tierra

Año de quatrocasas. y de 1509 vieron una
 claridad. de noche que duró mas de quarenta
 dias dizen los que la vieron que fue toda esta
 buena es para que se ramun gran d.



Cacaxtla





La campana, Colima, México.

Es probable que, según los arqueólogos, su decadencia estuviera relacionada con la actividad sísmica y volcánica que afectaron el centro ceremonial, quedando sólo algunos grupos asentados hasta el momento de contacto con los españoles.





León el Viejo, Nicaragua



Momotombo, Nicaragua

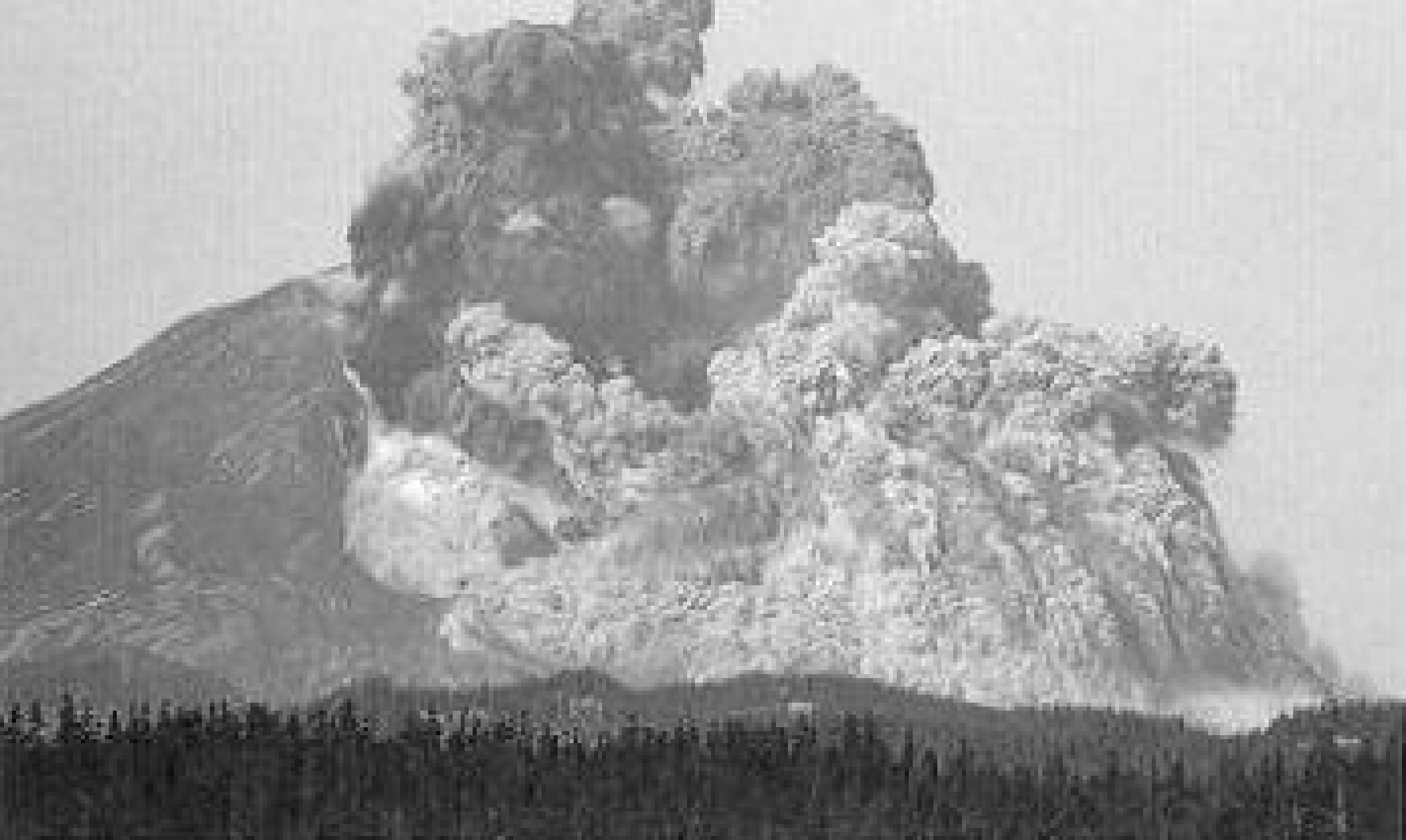


Mount St. Helens, (USA) 1980











06 37 06



57 víctimas. Si la explosión hubiese ocurrido 24 horas mas tarde hablaríamos de miles de víctimas



México: Volcán Chichón, marzo de 1982, en inactividad más de 600 años



Abril 3, 1982

**La naturaleza e
intensidad de las
erupciones cambiaron a
lo largo de una semana**

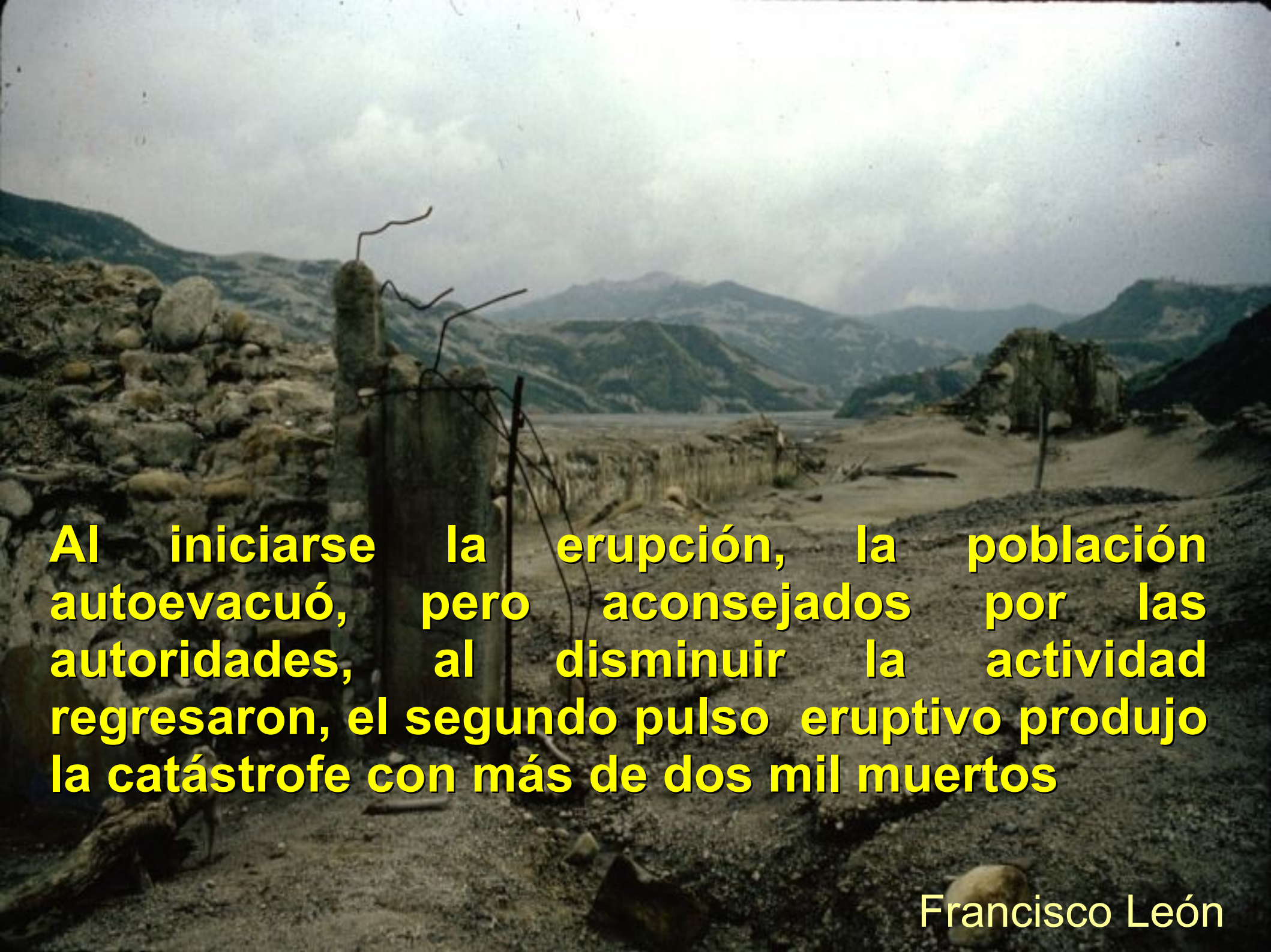




La fase final y más explosiva de la erupción ocurrió 6 días después de su inicio





A photograph showing a desolate volcanic landscape. In the foreground, there is a low, rough stone wall on the left and a taller, more structured stone wall in the center. The ground is covered in ash and debris. In the background, a range of mountains is visible under a cloudy sky. The overall scene is one of devastation and abandonment.

Al iniciarse la erupción, la población autoevacuó, pero aconsejados por las autoridades, al disminuir la actividad regresaron, el segundo pulso eruptivo produjo la catástrofe con más de dos mil muertos



Los fragmentos de roca de mayor tamaño causaron severos daños a las casas y a las vías de comunicación





La vulnerabilidad de las poblaciones dentro de este radio era total

Oleadas piroclásticas



El Naranjo



Nevado de Ruiz, Colombia 1985







85 12 18

Nevado del Ruiz, Colombia, 1985. Una erupción moderada (VEI 3) generó flujos de lodo que dos horas después alcanzaron la población de Armero. La naturaleza destructiva y dimensión del fenómeno, y las alarmas emitidas no fueron comprendidas por las autoridades locales





Armero
23000 víctimas

**La causa principal del
desastre fue una
insuficiente
comunicación de la
alerta**

Pinatubo (Filipinas) 1991









Pinatubo, Filipinas, 1991. VEI 6

Una de las erupciones más grandes del siglo XX causó cerca de 300 víctimas (pudieron ser más de medio millón, pero una oportuna evacuación evitó una desgracia mayor)





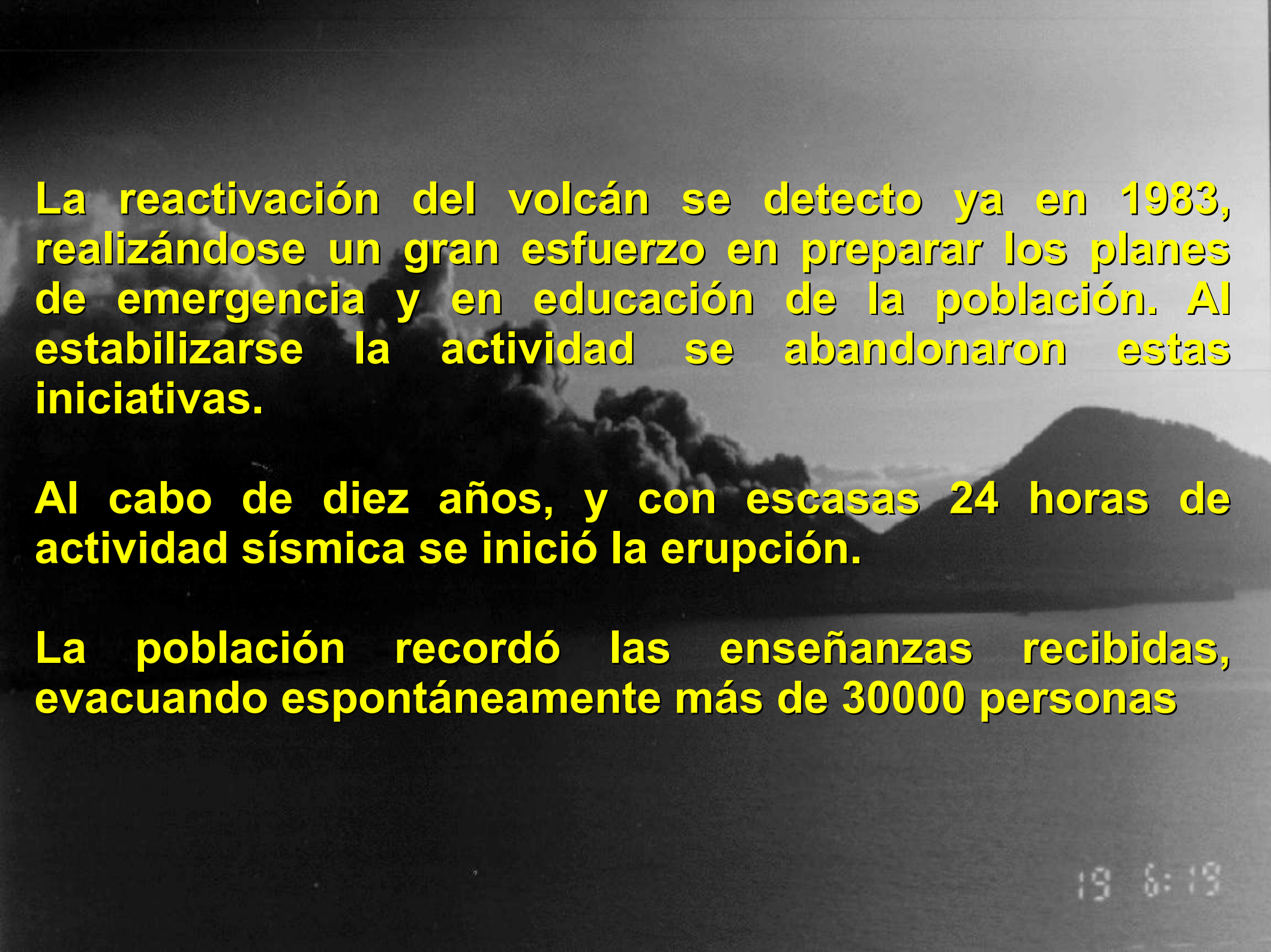




Rabaul, Papua Nueva Guinea 1994







La reactivación del volcán se detectó ya en 1983, realizándose un gran esfuerzo en preparar los planes de emergencia y en educación de la población. Al estabilizarse la actividad se abandonaron estas iniciativas.

Al cabo de diez años, y con escasas 24 horas de actividad sísmica se inició la erupción.

La población recordó las enseñanzas recibidas, evacuando espontáneamente más de 30000 personas










**Unzen
Japón 1991**

A photograph capturing a powerful volcanic eruption. A thick, dark plume of ash and smoke billows upwards from a mountain, filling much of the sky. The foreground shows silhouettes of trees and a road, suggesting the eruption is being observed from a distance. The overall scene is dramatic and hazardous.

43 personas mueren por un flujo piroclástico al entrar en la zona evacuada acompañando al matrimonio Kraft







Soufriere Hills, Montserrat, 1995



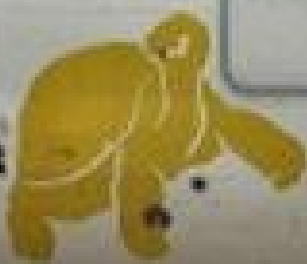


Reventador (Ecuador) 2002





Galia



Piquero



EC-BU



Explosión • A las 10:09 de ayer hubo otra explosión; también se supo que el cuarto

Seis días sin el aeropuerto



que se reanuda

LASTIMAS DE LA PIEZA • La acumulación de ceniza fue además de un pestiloso polvo de la pista del aeropuerto como talle el perfil de las aviones.

Más de 600 personas, con sus familias y mascotas, bajaron ayer y a hora también, por las pistas del aeropuerto Mariscal Sucre, de Quito. El procedimiento consecutivo de vuelos suspendidos es un meso pasado el objetivo de habilitar una terminal para su pronta operación. Por lo menos la que permite la salida de 23 aviones, nacionales e extranjeros, que no alcanzaron a ser movilizados luego de la gran explosión del Guano y movieron la noticia.

El director de la EJA, David Domínguez, informó ayer que durante seis días se suspendieron las actividades. La parte más afectada fue la catenaria, donde se acumuló una capa de cenizas de entre uno y dos centímetros.

Mientras tanto algunas compañías atienden parcialmente sus vuelos desde Latacunga o Guayaquil.

POR FAVOR, LEA LAS PÁGINAS 2

Ceniza • Quito con un manto gris

Por la marejada de cenizas voladas sus actividades se suspendieron con una mascarilla en el rostro de atención a los trabajos se fue regular y un meso pasado se reanuda la limpieza de la catenaria de los aviones y la salida de los aviones a E-911 volvió a ser normal por culpa de personas que limpiaban el techo y el por problemas reportados. PÁGINA 3

... y no olvidemos a la gente que viaja arriba

Les habla el Capitán. Tenemos un pequeño problema. Todas las turbinas se han detenido. Estamos haciendo nuestro mejor maldito esfuerzo para arrancarlas de nuevo. Confío que esto no les cause mucha angustia

Cap. E. Moody, vuelo 009 Perth-Kuala Lumpur de British Airways, al encontrarse con una nube volcánica del Gulanggung sobre Indonesia el 24 de junio de 1982



En los últimos 20 años se han registrado más de 70 encuentros entre aeronaves y nubes volcánicas

US\$ 80,000,000.00, costo del daño sufrido por el Boeing 747 en el vuelo 867 Amsterdam-Tokio de KLM, al encontrarse con una nube volcánica del Redoubt, Alaska el 15 de diciembre de 1989



Chaiten (Chile)

Mayo 2008







Popocatepetl (México) 1997



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS



TLAMACAS













- 34. Tusaieco
- 35. Bales.
- 36. montaña.
- 37. Isria
- 38. magues.
- 39. Soc.
- 40. Tinajo.
- 41. muniq.
- 34. Yna
- 35. de guala.
- 36. foma.
- 37. Calat



Diario de las cosas, vna piedras
muy raras de arena y coricón de las
Volcanes.

LANSAROTE.

ARCHIVO GENERAL
DE ESPAÑA



- Lugares Conuendos del fuego.
1. Masgo.
 2. S. Cuallina.
 3. Marcan.
 4. Chimantana.
 5. Jareta.
 6. Tingafa.
 7. Peña palo's.
 8. Mancha Blanca.
 9. Mancha Blanca pequeña.
 10. R. de...



LA TIERRA QUE ESTA DE COLOR VERDE ES LA CULTIVADA.
LA TIERRA QUE ESTA DE CARMIN ES YNC ULTA Y SIN PROVECHO
LA TIERRA NEGRA ES PERDIDA. LAMENOS NEGRA PVE DE

Lugares perdidos con la arena.	Lugares con mundos por menos arena.
N. Chacabero.	G. Vga.
O. Jenti.	E. Guine.
P. Coult.	T. Monte Blanca.
Q. Marsache.	Y. Agaña.
R. Calderosa.	H. Sonama.
S. S. Barcelone.	J. Testuac.
X. Moraga.	A. Villa.
Z. la Anaya.	M. Tuga.
V. Tao.	D. Ingen.
	K. Vegueta.
	F. Triago.
	L. ...

Conocer el volcán

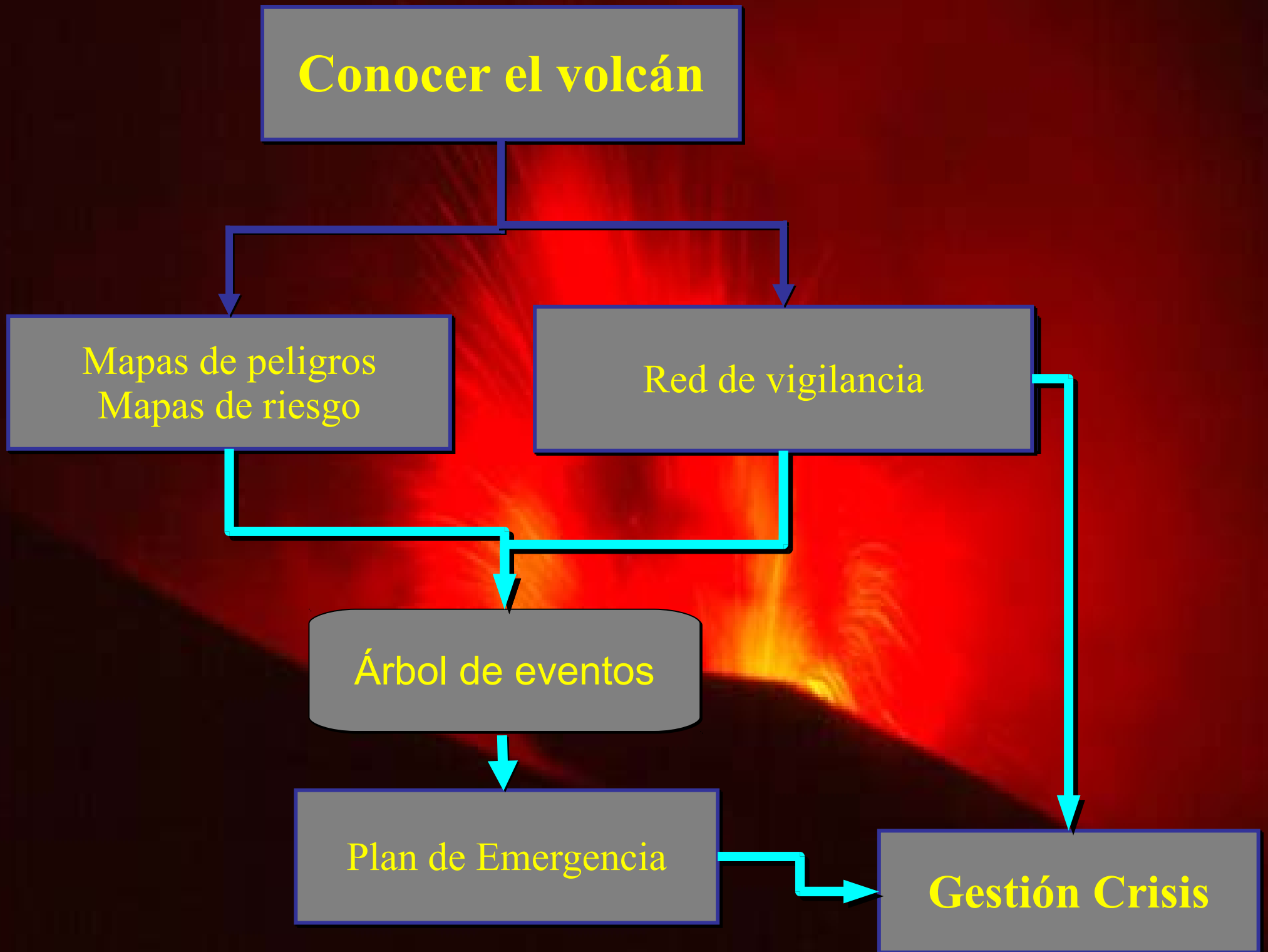
Mapas de peligros
Mapas de riesgo

Red de vigilancia

Árbol de eventos

Plan de Emergencia

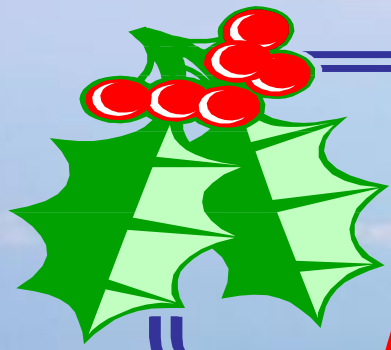
Gestión Crisis



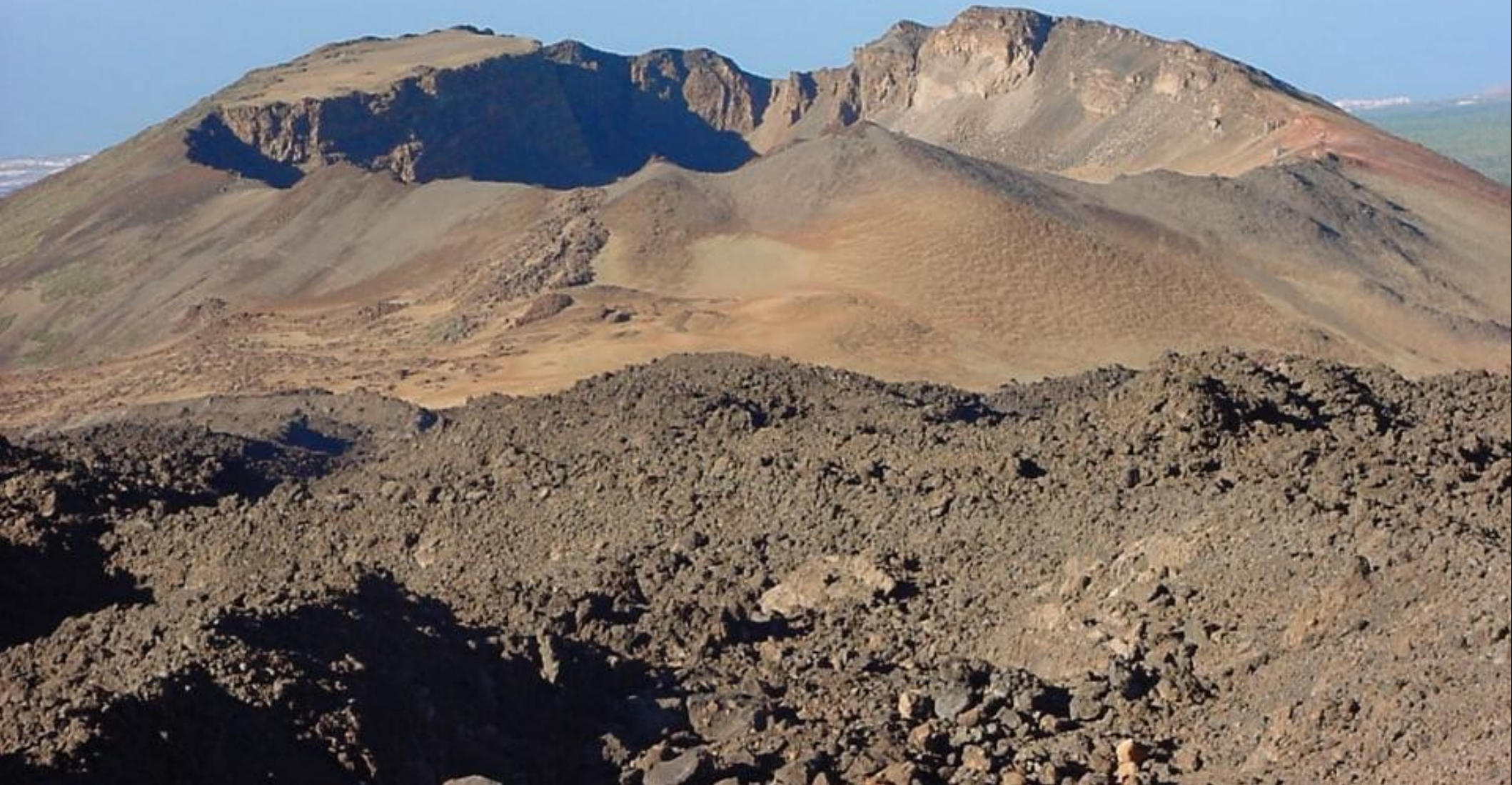


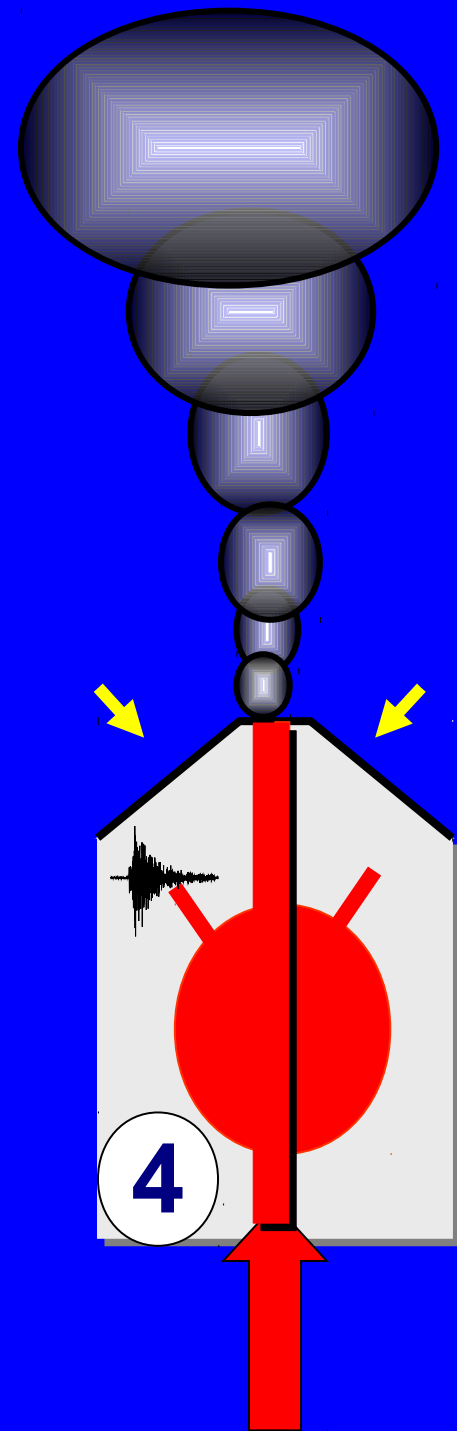
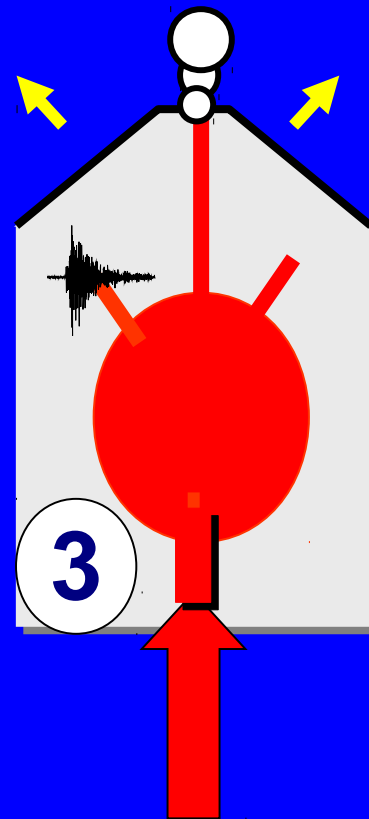
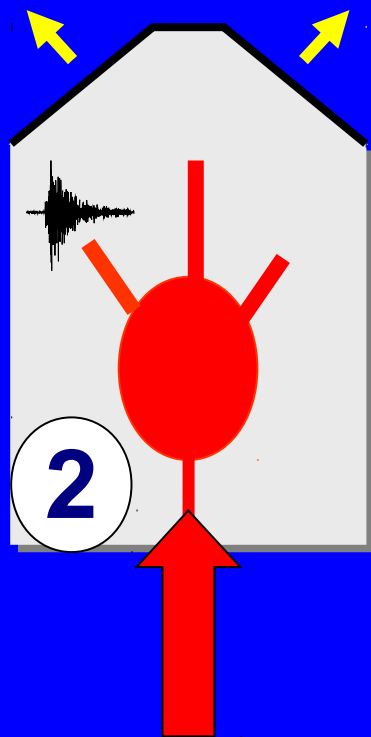
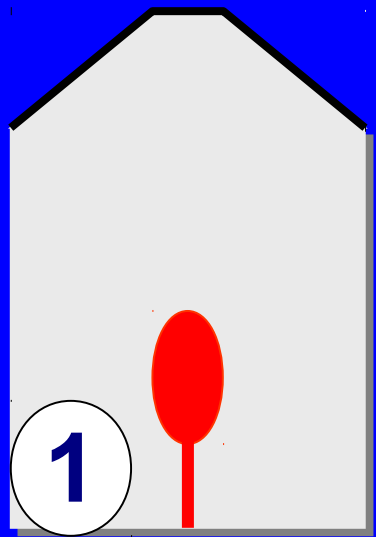
¿Se puede pronosticar?



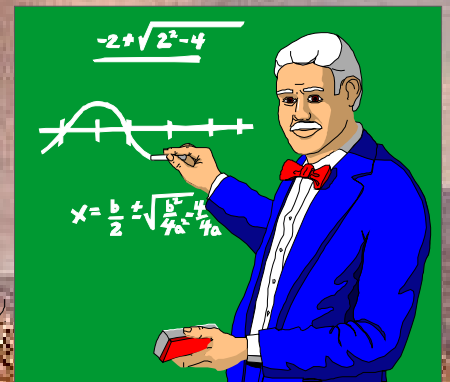
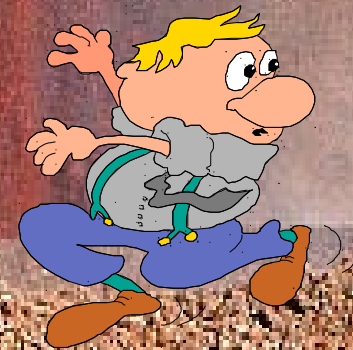


*Ya es
Navidad*





Aplicación ¿Cuándo?



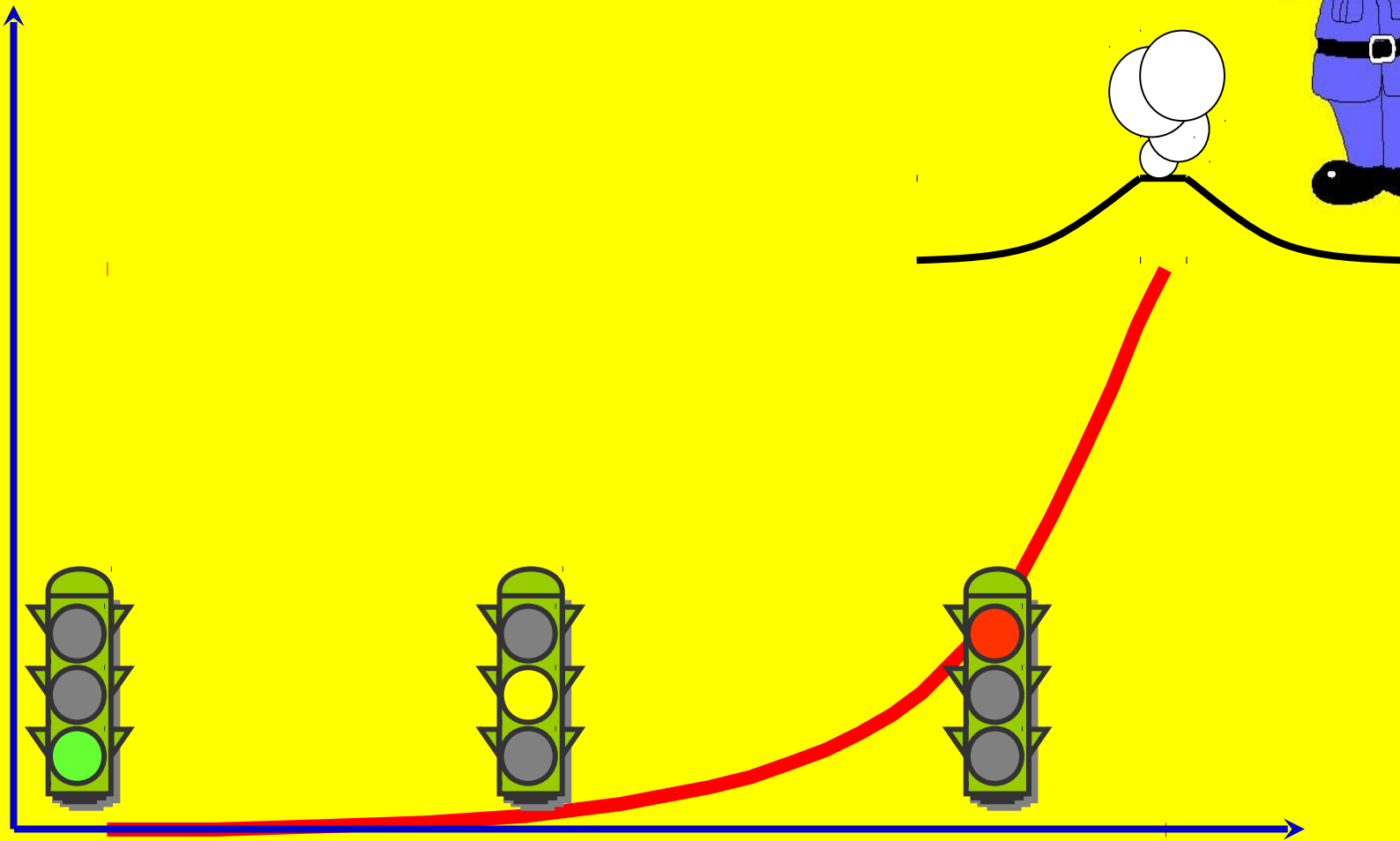
Modelo Fallo del Material (FFM)

$$\frac{d^2 \Omega}{d t^2} = A \left(\frac{d \Omega}{d t} \right)^\alpha$$



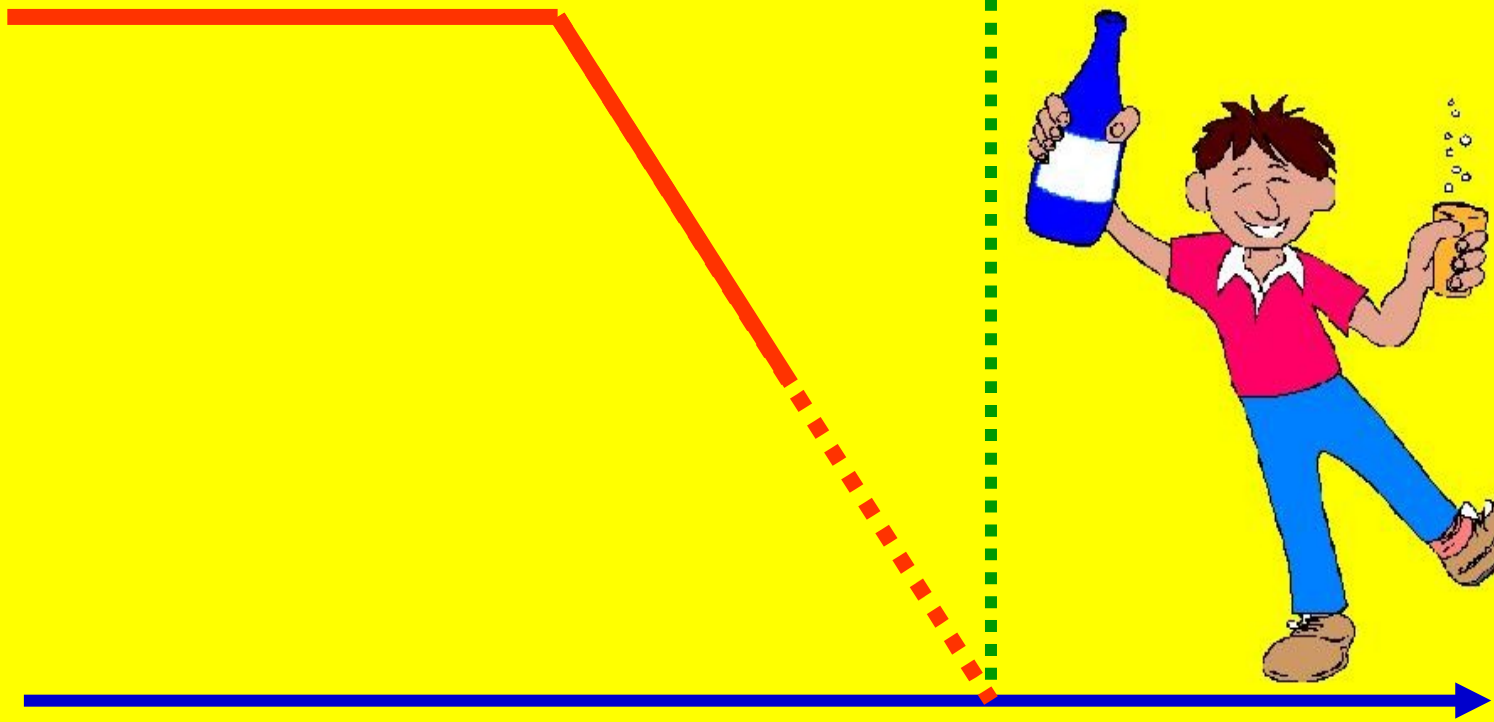
- Ω es un observable como: actividad sísmica, deformación, campo magnético, composición gases.
- α es un parámetro que condiciona la evolución temporal del observable antes del fallo del material (erupción).
- A es una constante con dimensiones que dependen de α .

Pronóstico de Erupciones



La actividad aumenta paulatinamente y se acelera claramente inmediatamente antes de la erupción.

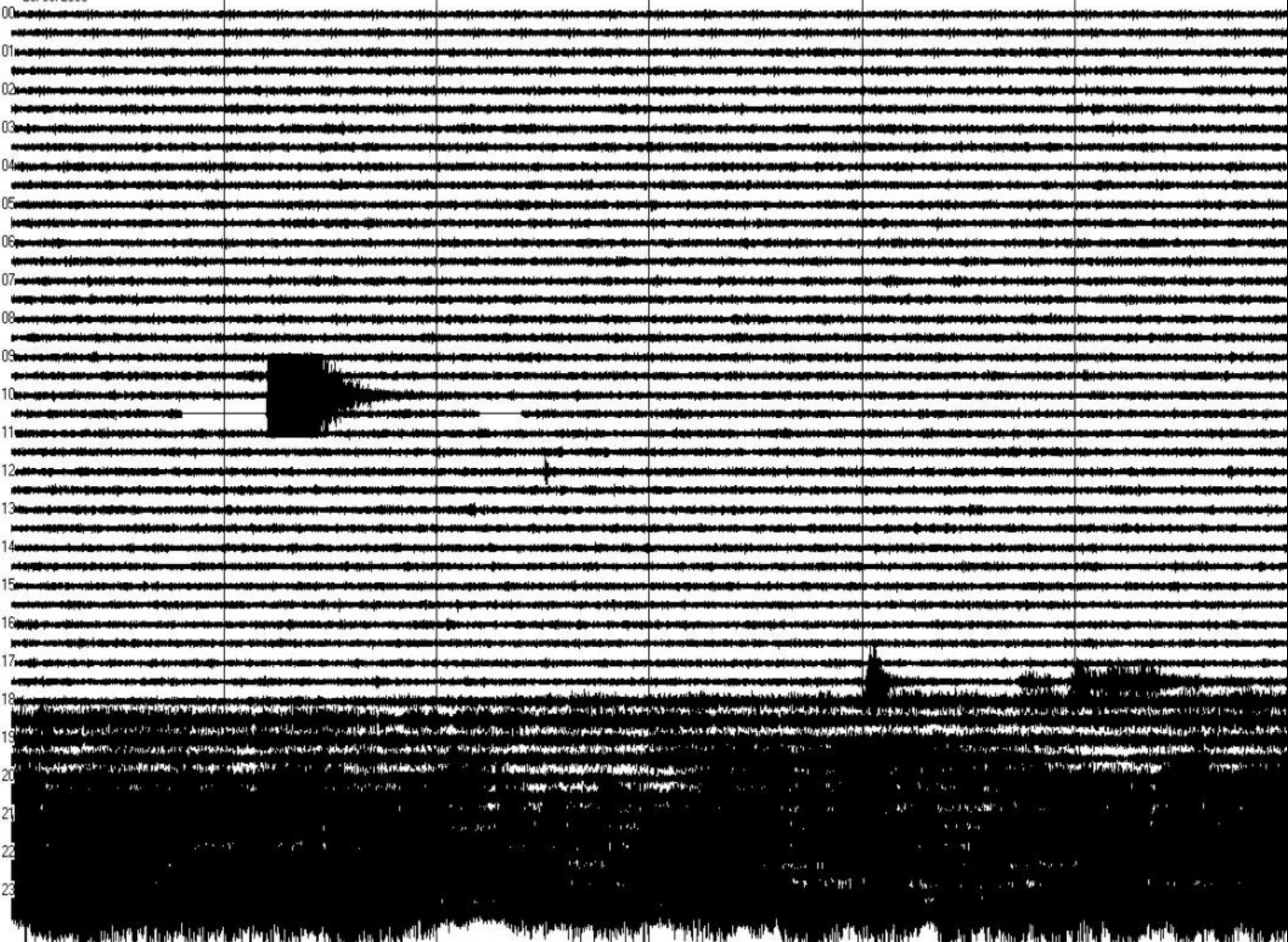
$1/\omega$

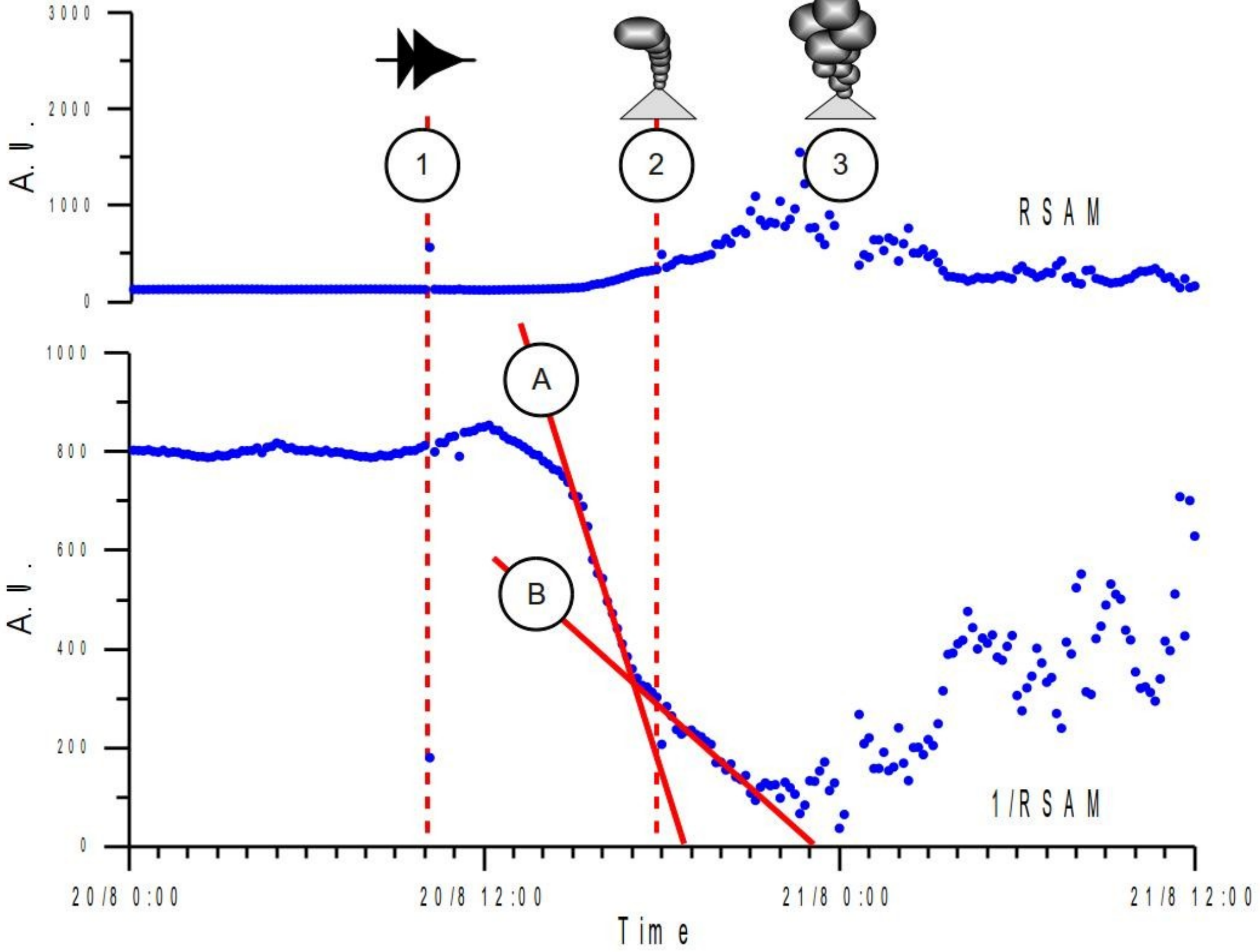


tiempo



Tungurahua 2003



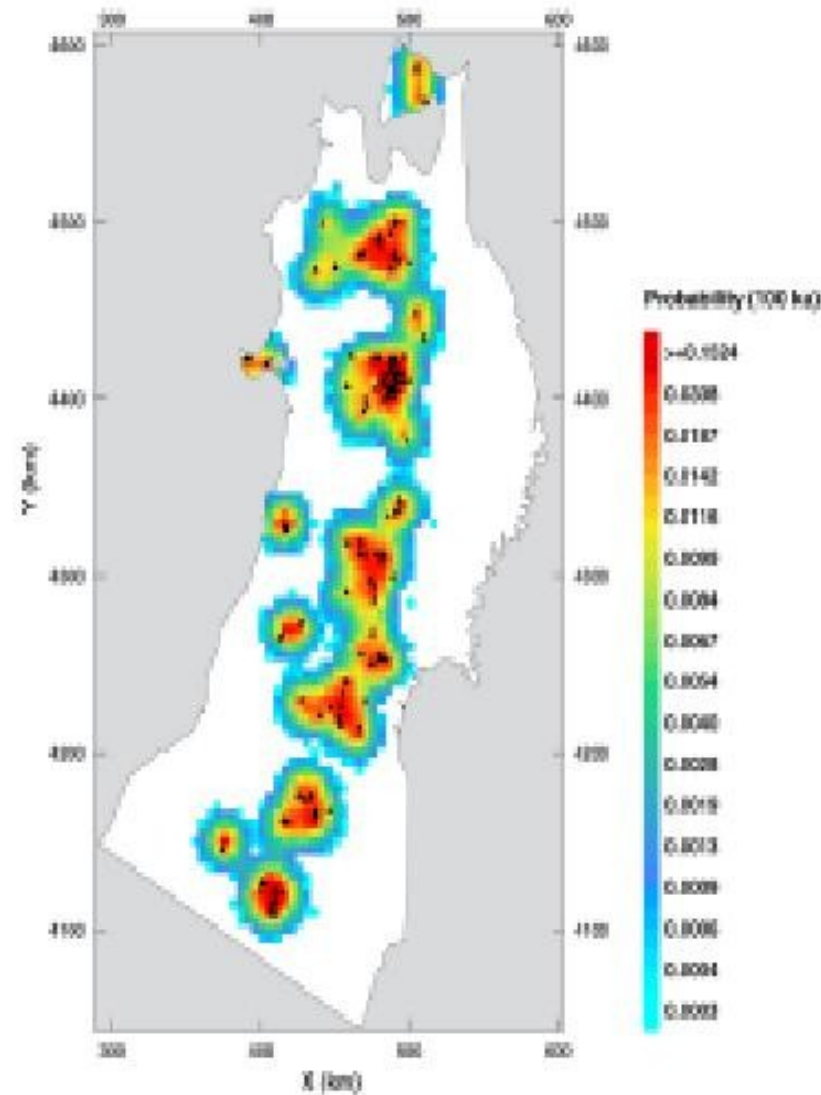
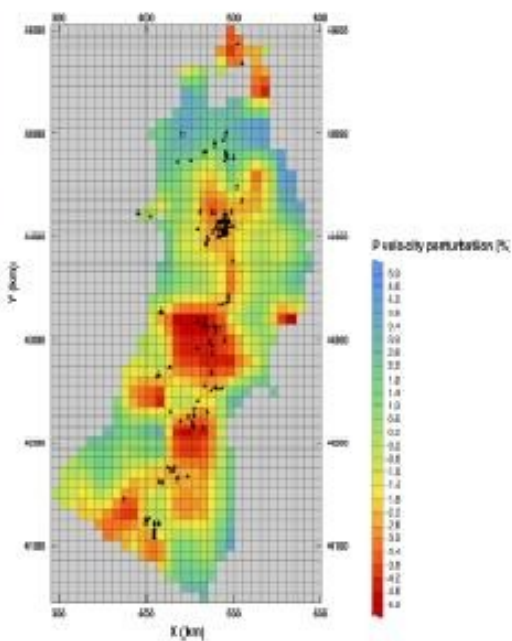
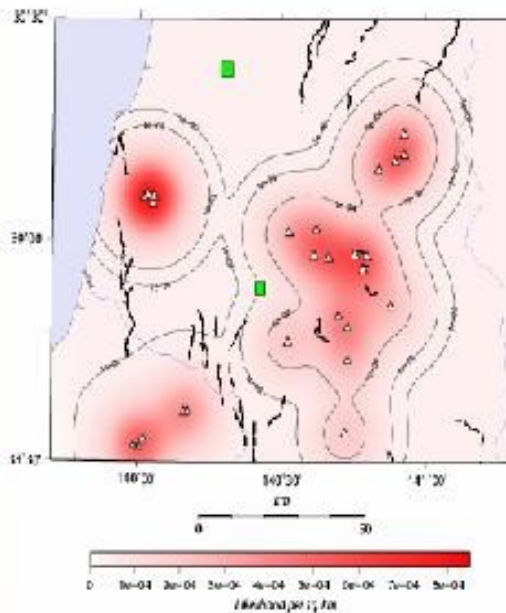
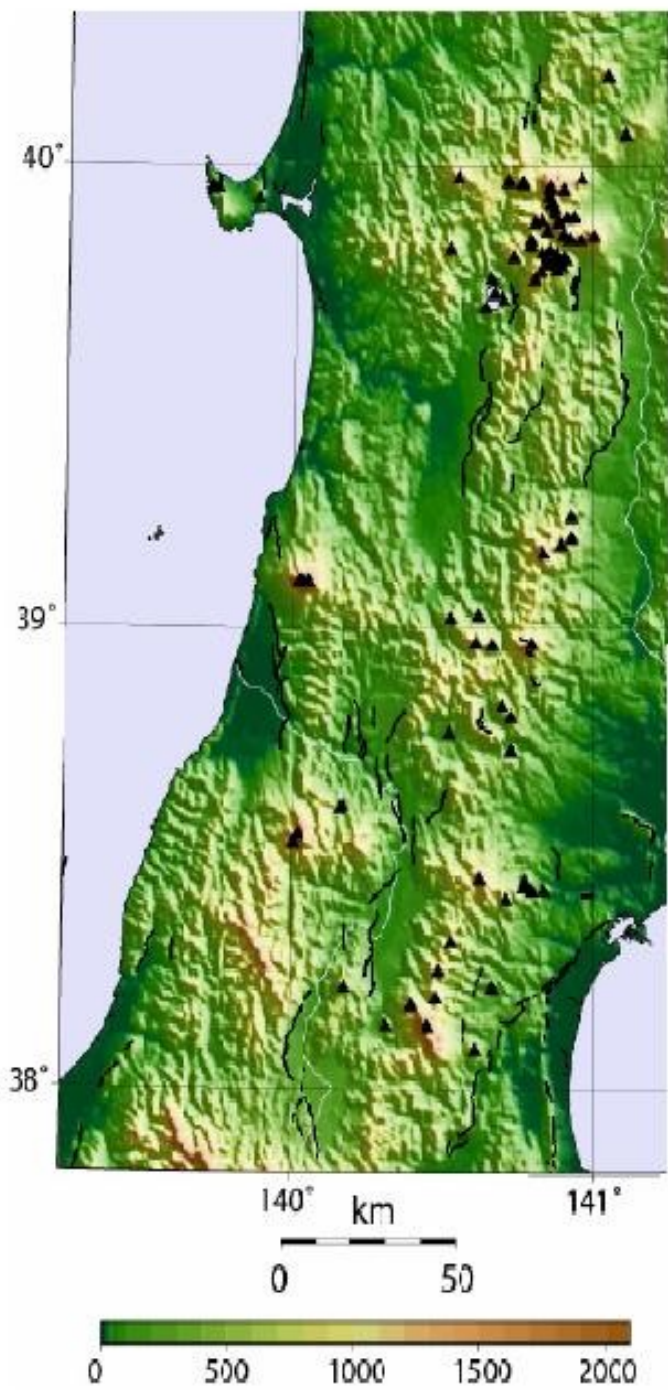






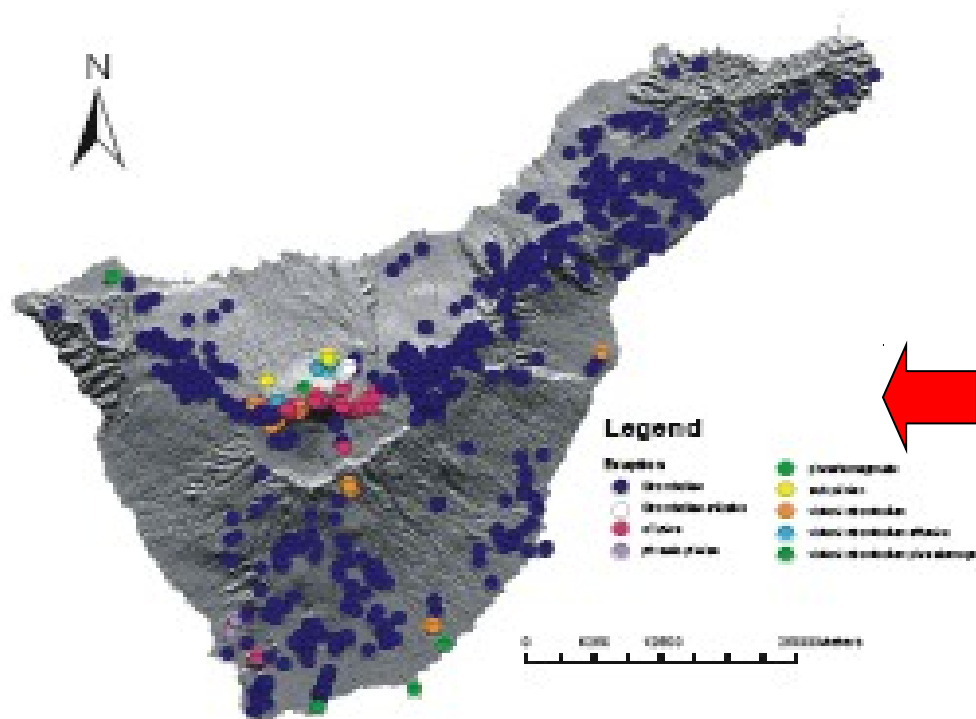
Aplicación ¿Donde?



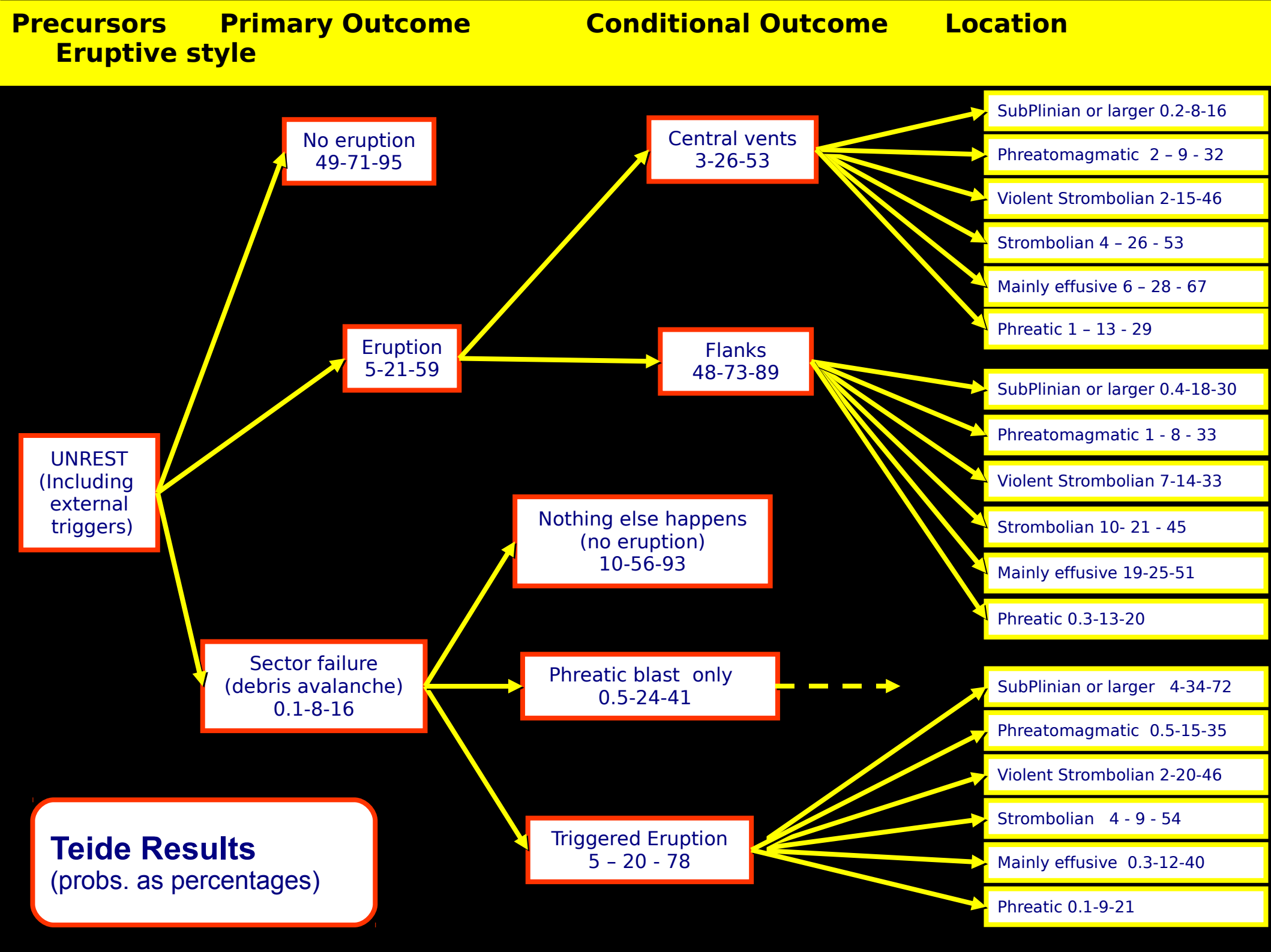


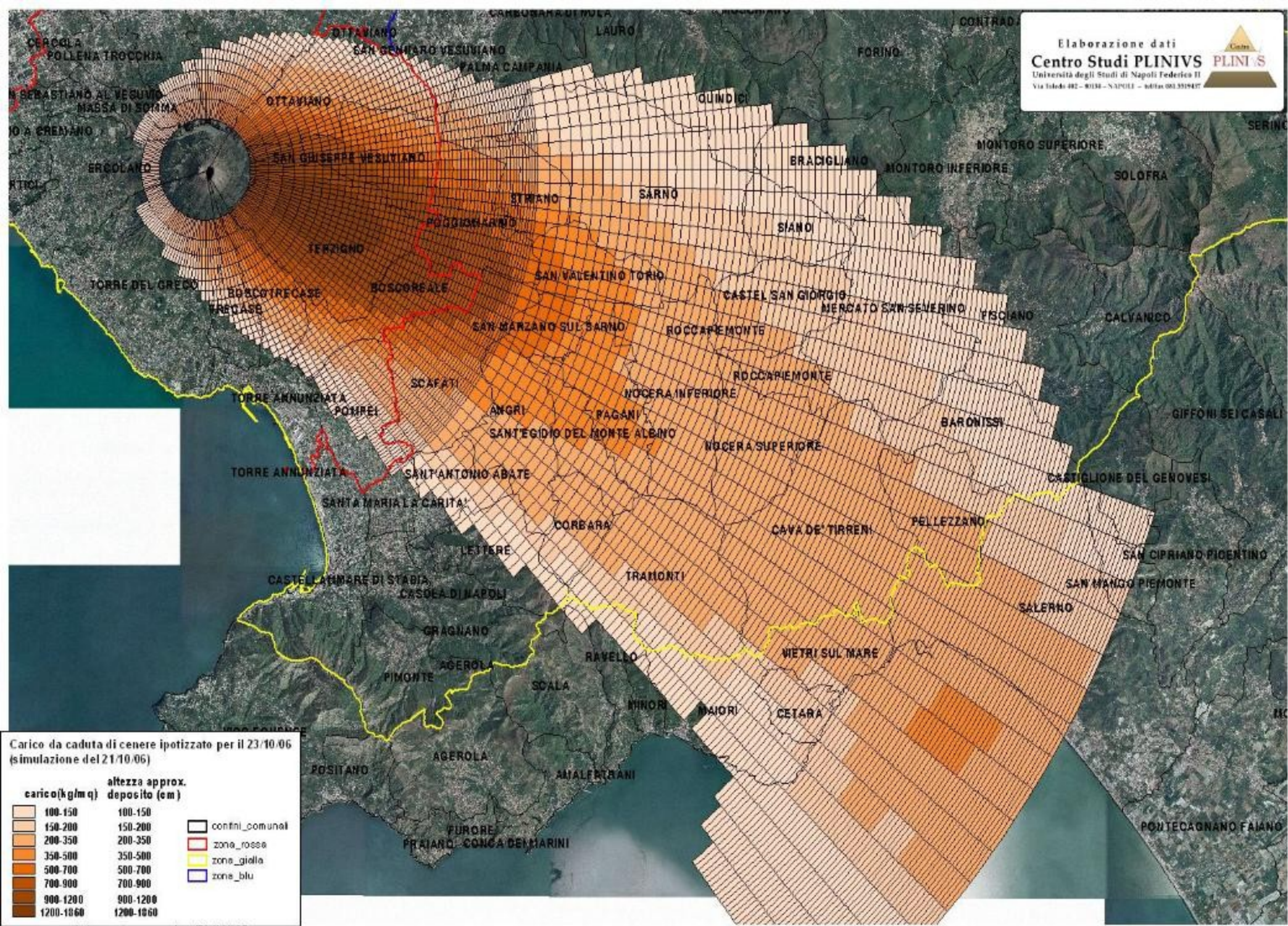
A photograph capturing a powerful volcanic eruption. A thick, billowing plume of white ash and steam rises vertically from a mountain, filling much of the sky. The plume has a cauliflower-like texture with many small, rounded lobes. In the foreground, the dark, forested silhouette of a mountain range is visible, and the corner of a house with a blue corrugated metal roof is seen on the right side. The sky is a clear, bright blue.

***Aplicación
¿Como?***



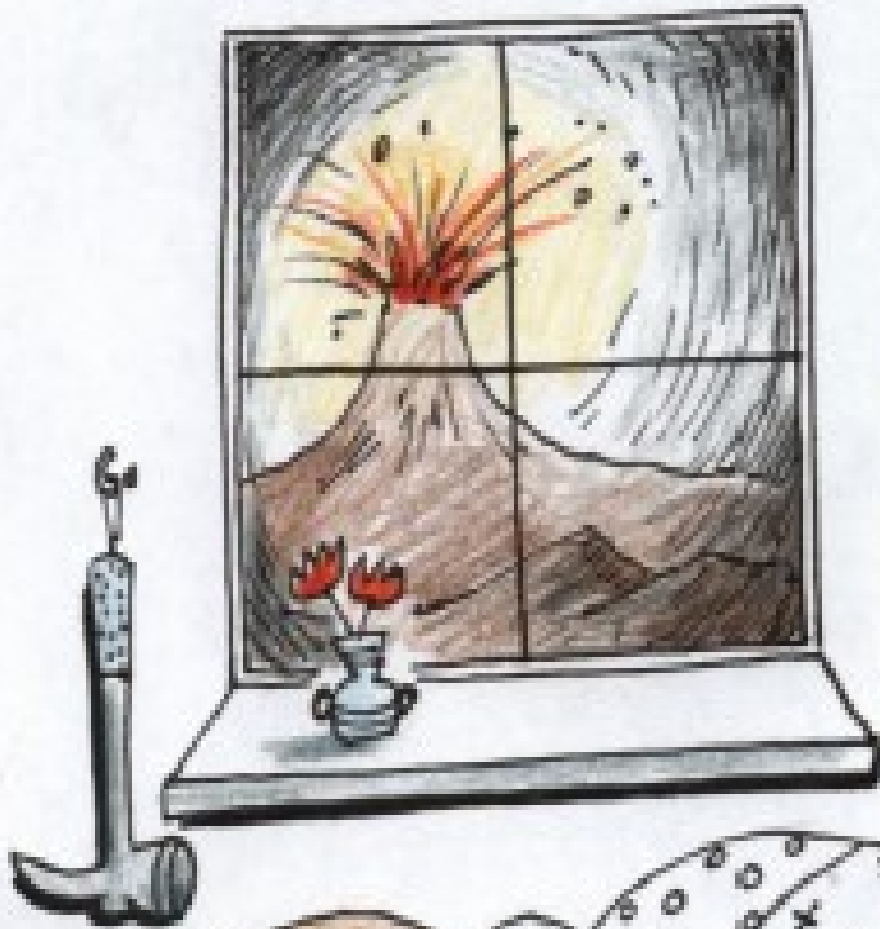
ERUPTION NAME	AGE (BP)	VENT LOCATION	COMPOSITION	TYPES	PRODUCTS	DRE (Kms)
Chinyero	41	NW rift	basaltic	strombolian	lava cone	0.00531 0.00075
Chahona	152	PV flank	basaltic	strombolian	lava cone	0.00953 ?
Pico Viejo (phreatic)	152	PV central	basaltic	phreatic	filic breccia	?
Garachico	244	NW rift	tephrophonolite	strombolian	lava cone	0.02333 0.00490
Arafo	245	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	0.03438 0.00407
Faena	245	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	0.00194 0.00106
Siete Fuentes	245	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	0.00042 0.00038
Montaña Reventada	990	PV flank	phonolite	strombolian	lava cone	0.06371 ?
Lavas Negras	1240	T central	phonolite	effusive	lava	0.13952
Roques Blancos	1790	PV flank	phonolite	vicious strombolian	lava/dome/caplin/pumice fall	0.10190
Ciego (ablay) hoyo de los ajos	1850	PV flank- NW rift	basaltic	strombolian	lava	0.02961
Hoya del Cedro (El Boquerón / La Angostura)	2010	PV flank	phonolite	sub-phian	lava pumice fall	?
Montaña Blanca	2020	T flank	phonolite	sub-phian	lava/dome pumice fall	0.0026 0.02300
Montaña Blanca pomez en Pico Viejo	2020	T flank	phonolite	sub-phian	pumice fall	?
Hoya del Cedro (El Boquerón / La Angostura)	2420	PV flank	phonolite	sub-phian	lava pumice fall	0.07858 ?
Montaña Botija	2660	NW rift	basaltic			
Montaña de Chío	3620	NW rift	basaltic	effusive	lava	?
La Abeyera baja	4730	T flank	phonolite	effusive	lava/dome	?
La Abeyera alta	5170	T flank	phonolite	effusive	lava/dome	?
Cuevas del Ratón, conos superiores	5370	NW rift	basaltic	strombolian	lava cone	?
Cuevas del Ratón, conos inferiores	7400	NW rift	basaltic	strombolian	lava cone	0.16168 0.01093
Montaña Negra (Mía Las Lajas en Carracedo)	8000	caldera floor / T flank	basaltic	strombolian	lava cone	?
Mía Conejos (El Portillo centro superior)	11000	T flank	phonolite	?	?	?
Mía Los Corrales (El Portillo centro inferior)	12000	caldera floor / T flank	basaltic	?	?	?
Montaña del Banco	12610	NW rift	basaltic	effusive	lava	?
Coladas de Pico Viejo hacia el sur	14830	central	phonolite	effusive	lava	?
Montaña Montaza	17000	caldera floor	basaltic	strombolian	lava cone	0.03858 ?
Coladas de Pico Viejo hacia el norte	17570	PV central	phonolite	effusive	lava	?
Coladas pahos-hoe de Pico Viejo	28000	PV central	phero-sphrite	effusive	lava	?
Coladas del Teide antiguo (Valle de la Orotava)	31000	T central	basaltic	effusive	lava	?
Montaña de Enmedio	31000	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	?
Coladas del Teide antiguo (Playa de San Marcos)	32000	T central	basaltic	effusive	lava	?
Montaña Guamasá	33000	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	?
Montaña del Cantillar	37000	NE rift	basaltic	strombolian	lava cone	?
Coladas del Teide antiguo (Playa de San Marcos)	88000	T central	tephrophonolite	effusive	lava	?
La Buznada	95000	Southern zone	basaltic	effusive	lava	?
Coladas del Teide antiguo (Playa de Santo Domingo)	129200	T central	basaltic??	effusive	lava	?
Autopista sur km 30	311050	Southern zone	basaltic	strombolian	lava cone	?
Montaña Gorda	323050	Southern zone	basaltic	strombolian	lava cone	?
Autopista sur km 10	791050	Southern zone	basaltic	strombolian	lava cone	?
Montaña Guisca	829250	?	phonolite	effusive	lava/dome	0.16241
Arenas Blancas	?	?	phonolite	effusive	lava	0.08182
Montaña Arenas	?	?	basaltic	strombolian	lava cone	0.00275 0.01381
Montaña Bliwa	?	?	basaltic	strombolian	lava cone	0.01104 0.01422
Montaña Boca Cangrejo	?	?	basaltic	strombolian	lava cone	0.00217
Montaña de la Cruz	?	?	phonolite	effusive	lava	0.00738





Carico da caduta di cenere ipotizzato per il 23/10/06 (simulazione del 21/10/06)

carico(kg/m ²)	altezza approx. deposito (cm)	
100-150	100-150	contorni_comunal
150-200	150-200	zona_rossa
200-350	200-350	zona_gialla
350-500	350-500	zona_blu
500-700	500-700	
700-900	700-900	
900-1200	900-1200	
1200-1060	1200-1060	

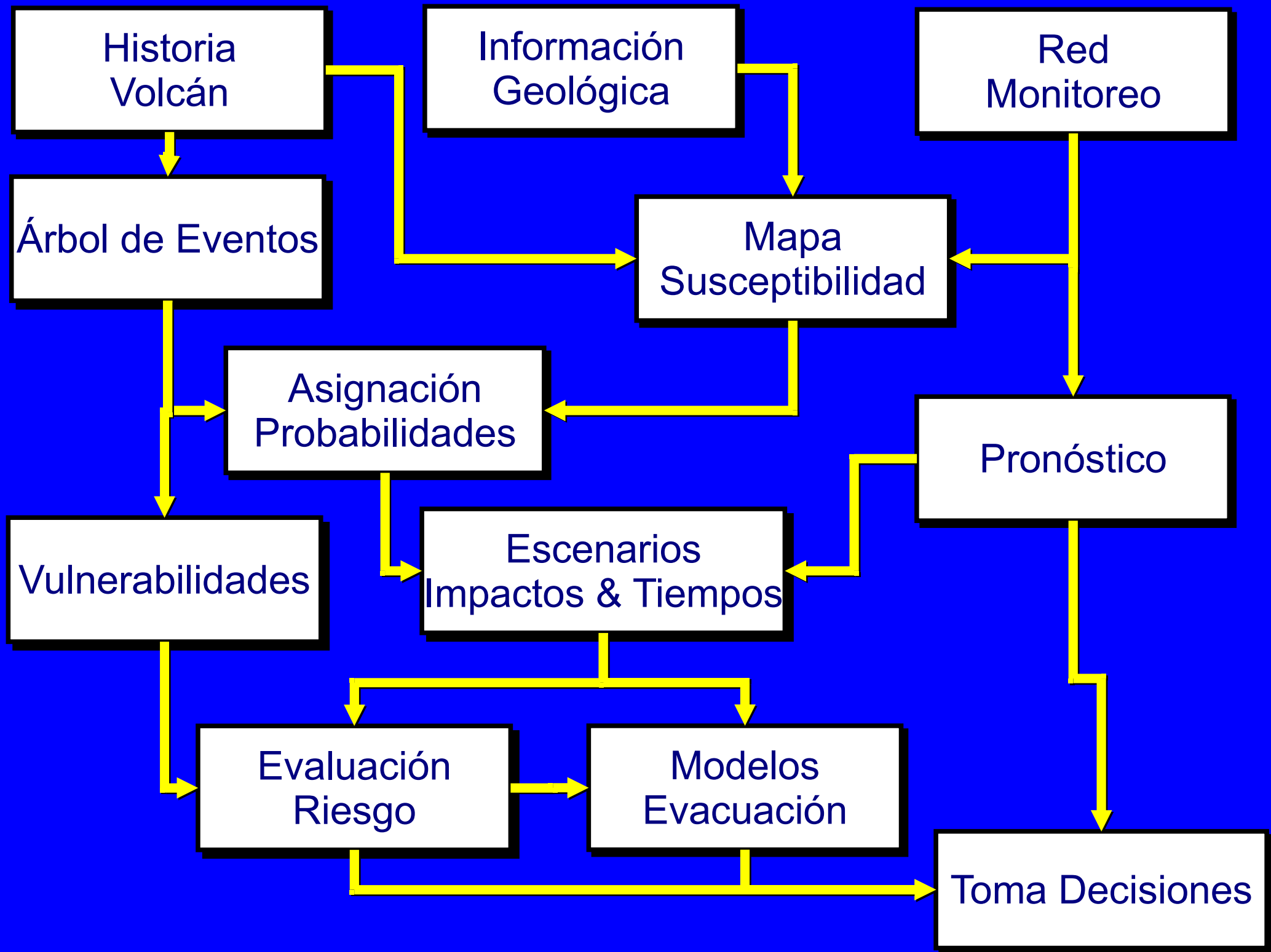


FORECAST
FOR
TOMORROW:
MINOR ERUPTION
WITH
FEW BOMBS



Z Z Z



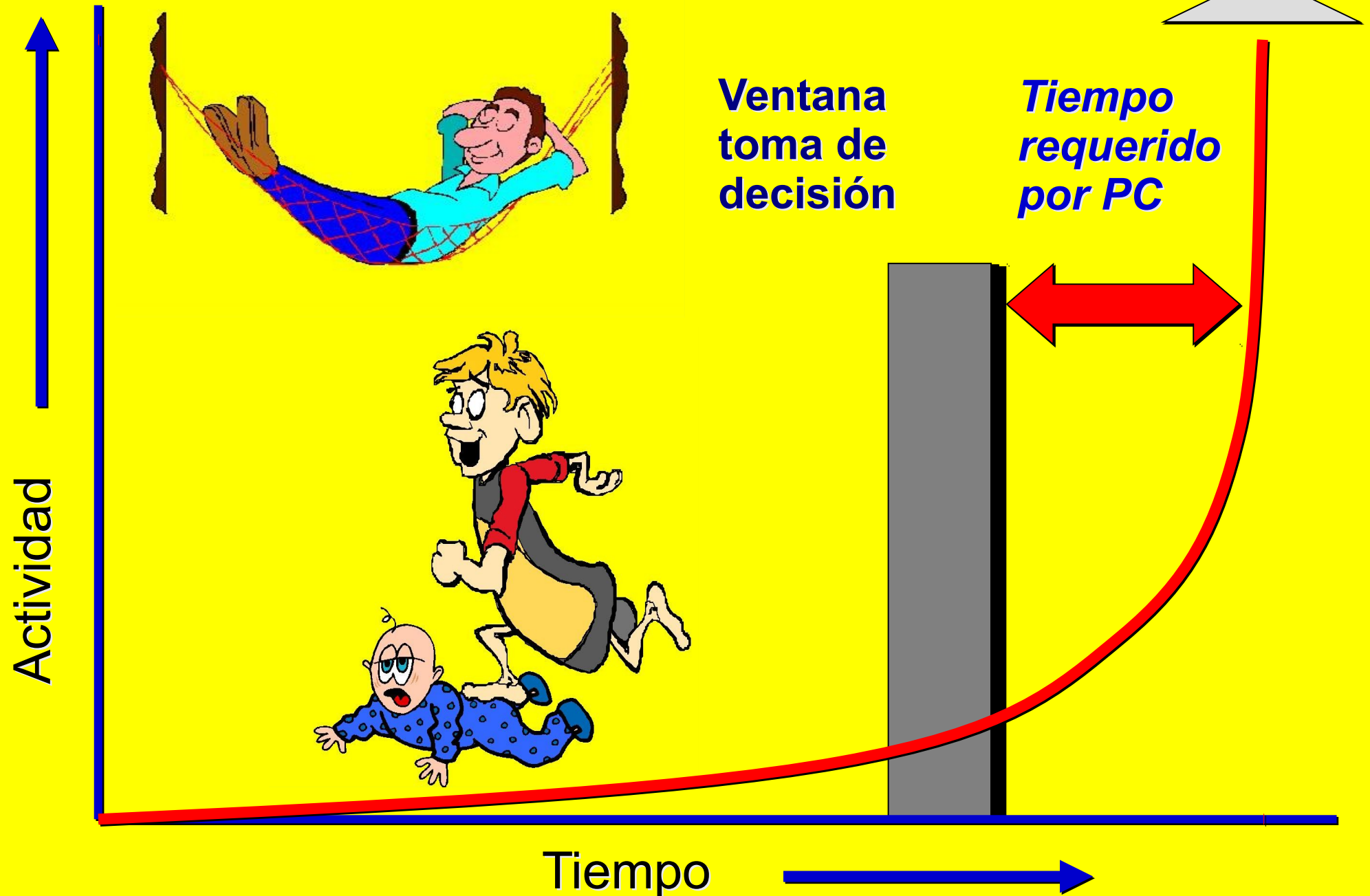




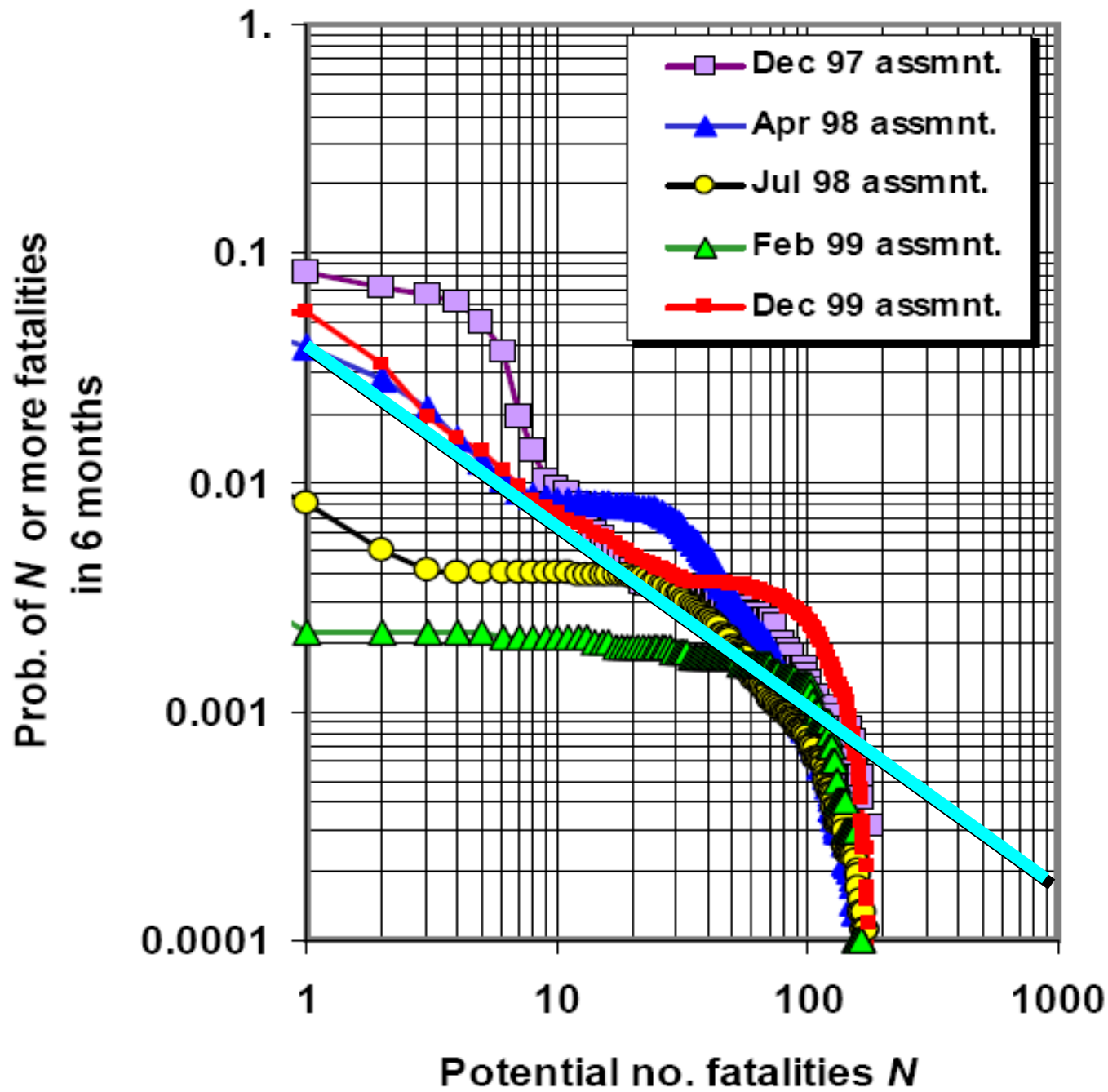
Actuación



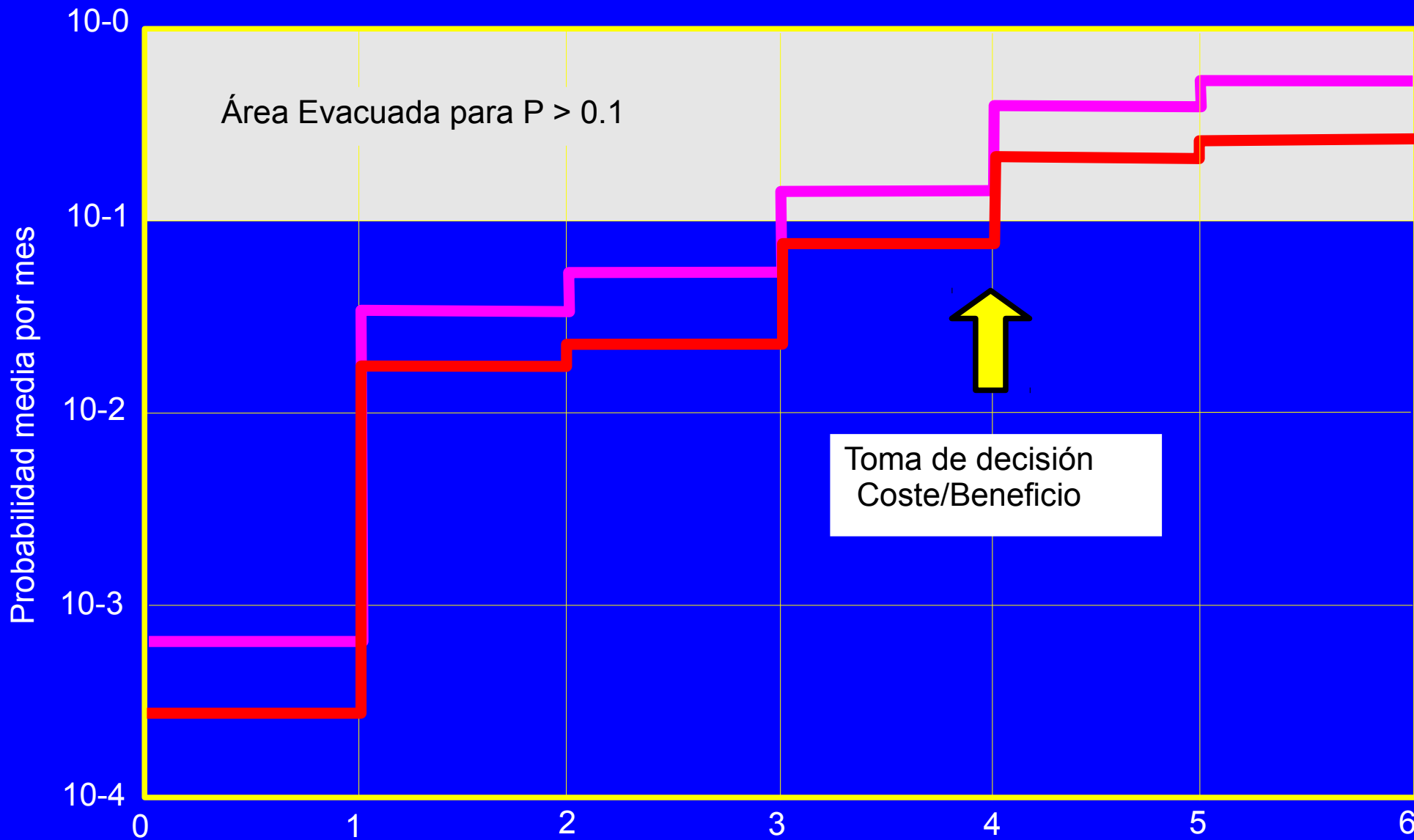
Toma de decisiones



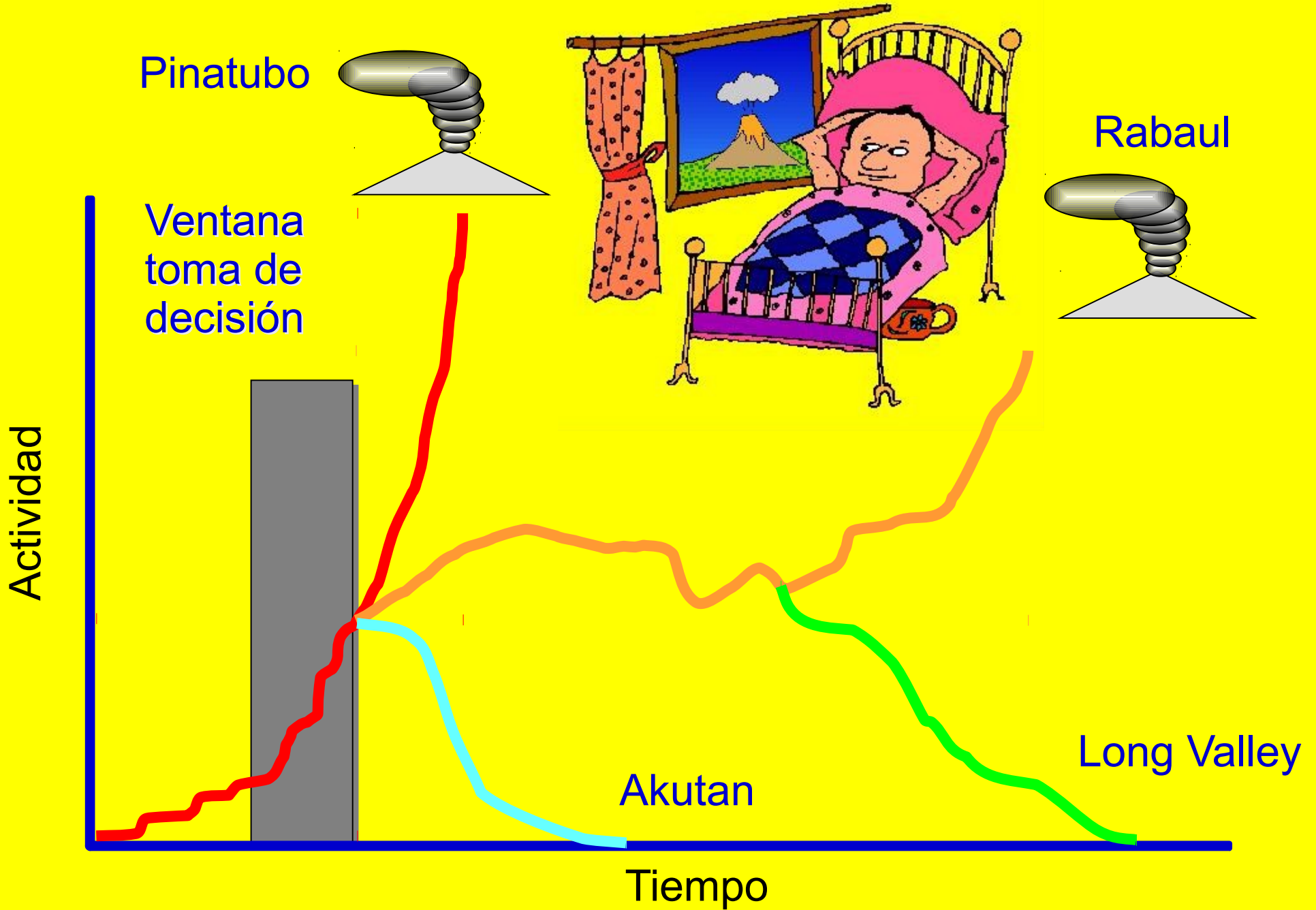
Montserrat volcano: risk assessment updates



VENTANA DE TOMA DE DECISIONES

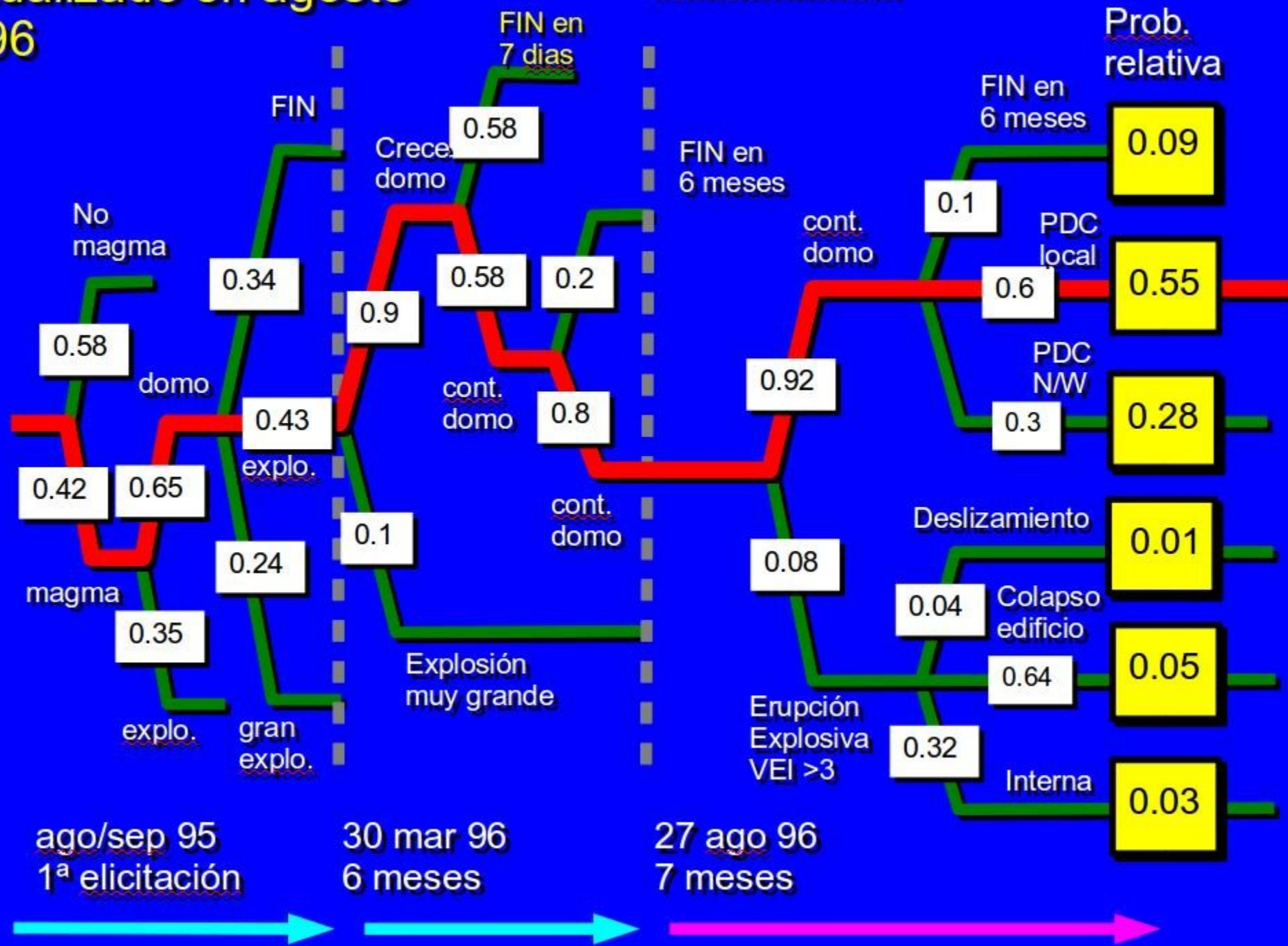


Toma de decisiones



ÁRBOL DE EVENTOS: Crisis Volcánica de Montserrat

Actualizado en agosto 1996



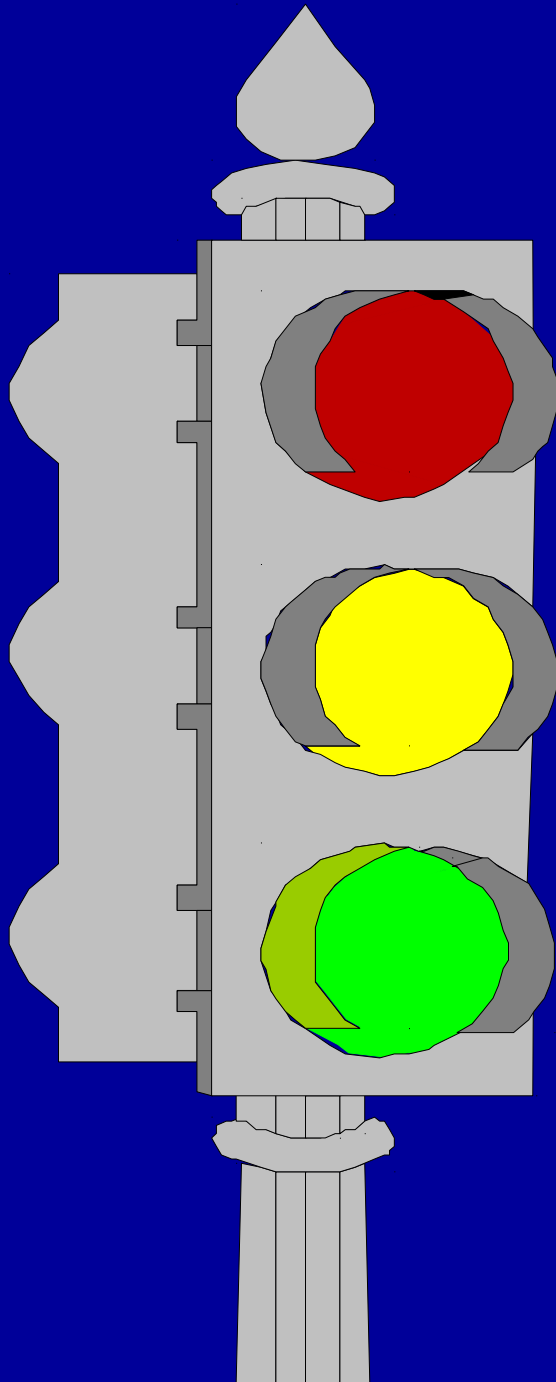
Aplicación Plan de Emergencia



Comunicación a la población



SEMÁFORO para la Población

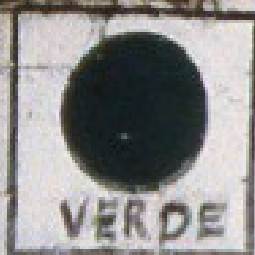


Se inicia la evacuación, debe actuar de acuerdo con el plan de emergencia. Debe dirigirse a los puntos de concentración.

Esté atento a los comunicados de las autoridades

Desarrolle sus actividades normalmente

CALLE
TEBANCO
SECC. 104 CP 56960



DESARROLLA LAS ACTIVIDADES NORMALES



MANTENERSE ALERTA Y PREPARARSE PARA PROCEDER
A EVACUAR LA ZONA DE PELIGRO



ACUDIR AL CENTRO DE REUNION PARA PROCEDER A LA
EVACUACION Y SALIR DE LA ZONA DE PELIGRO.

Semáforo de alerta volcánica
Poblaciones próximas al volcán Popocatepetl 2000



 CAMINOS Y PUENTES FEDERALES
DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

ESTADO DEL VOLCAN



ALERTA



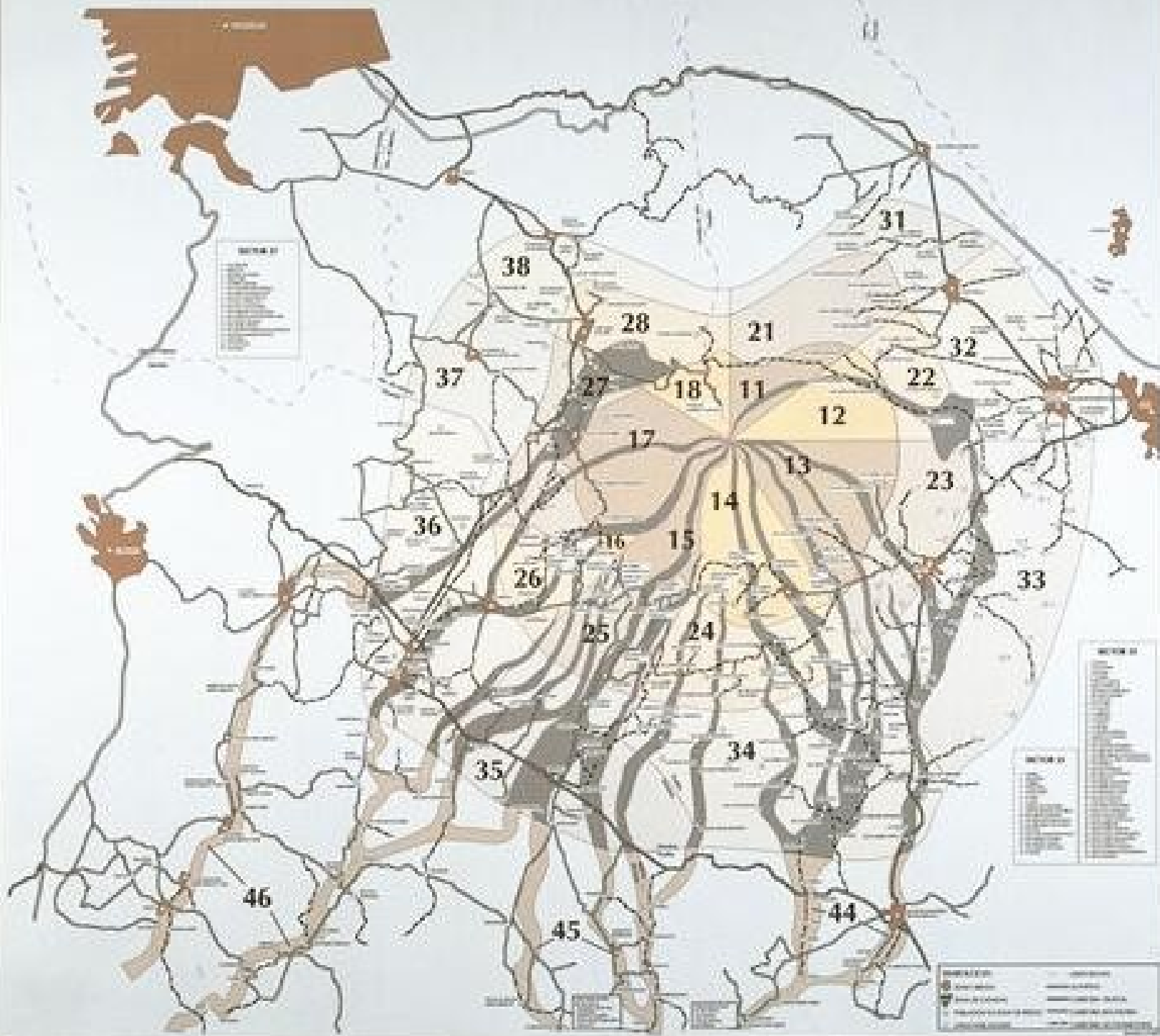


NO CA QUE PUEDES DESARROLLAR TUS ACTIVIDADES NORMALES ES UN TIEMPO DE PREPARACION EN EL CUAL DEBES MANTENERTE INFORMADO SOBRE EL ESTADO DEL VOLCAN Y PARTICIPAR EN SIMULACROS Y OTRAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN TU LOCALIDAD

INDICA QUE DEBES PONERTE ALERTA Y EN CONTACTO FRECUENTE CON LAS AUTORIDADES, ESCUCHAR EL RADIO Y LA TELEVISION Y SOBRE TODO, SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DE LAS AUTORIDADES

ES LA SEÑAL DE ALARMA QUE NORMALMENTE VA ACOMPAÑADA DE SIRENAS U OTROS SONIDOS FUERTES (CAMPANAS, ALARMOSES, ETC) CUANDO ESTE COLOR SE PRESENTA TU Y TU FAMILIA DEBERAN ACUDIR AL CENTRO DE REUNION MAS CERCANO Y SEGUIR LAS INSTRUCCIONES QUE TE INDIQUEN LAS AUTORIDADES

Volcán Popocatepetl 2000: Punto de reunión para evacuación



La herramienta básica para la gestión de la crisis del Popocatepetl es el mapa de peligros, combinado con la información a la población amenazada





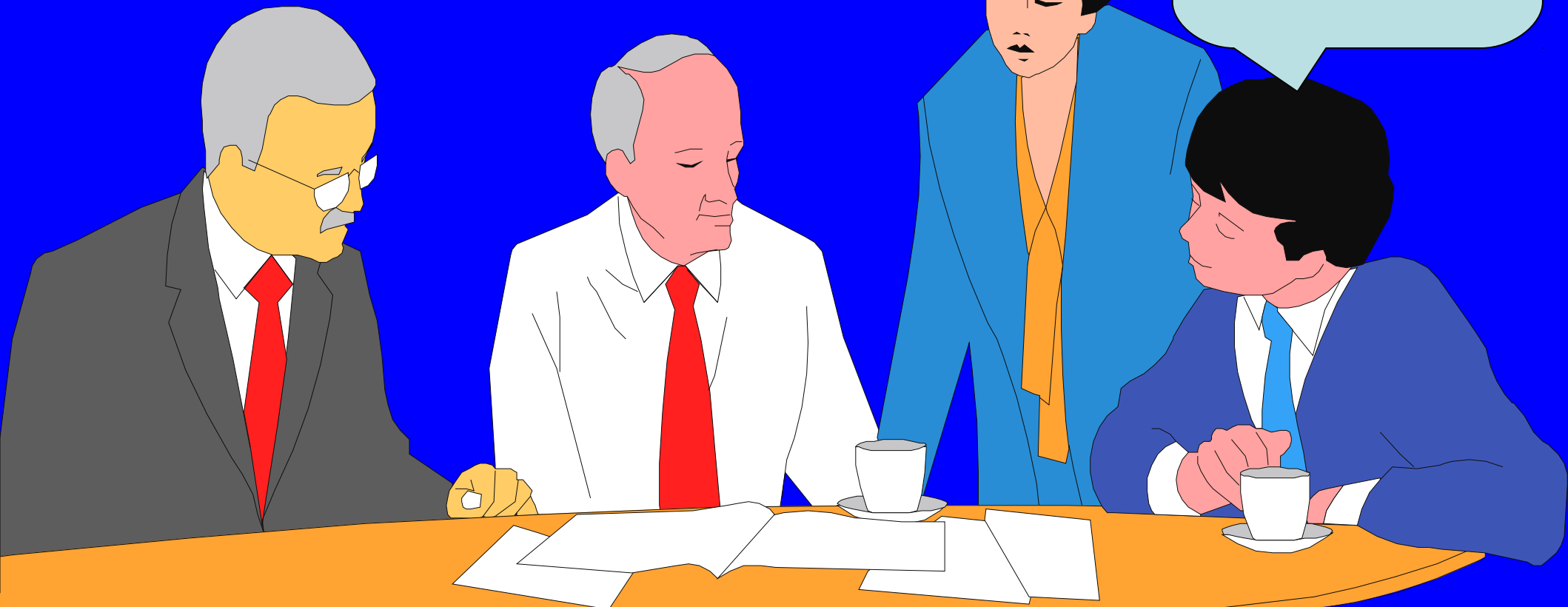
**Lo que no
debiéramos
hacer**

Cómo parece
que no es
inmediato,
decimos que no
pasa nada

Y si pasa, con
decir que
nosotros no
teníamos
datos, pues ya
esta

Que
cabrones

Tengo un primo
que puede decir
lo que nos
interese

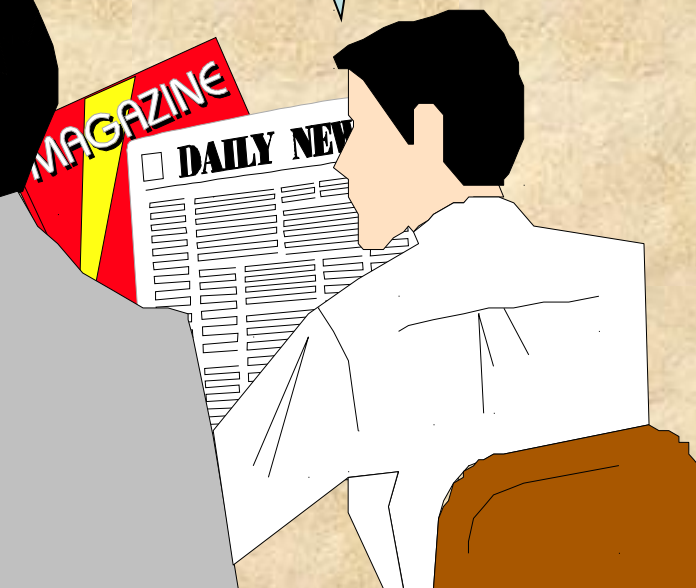
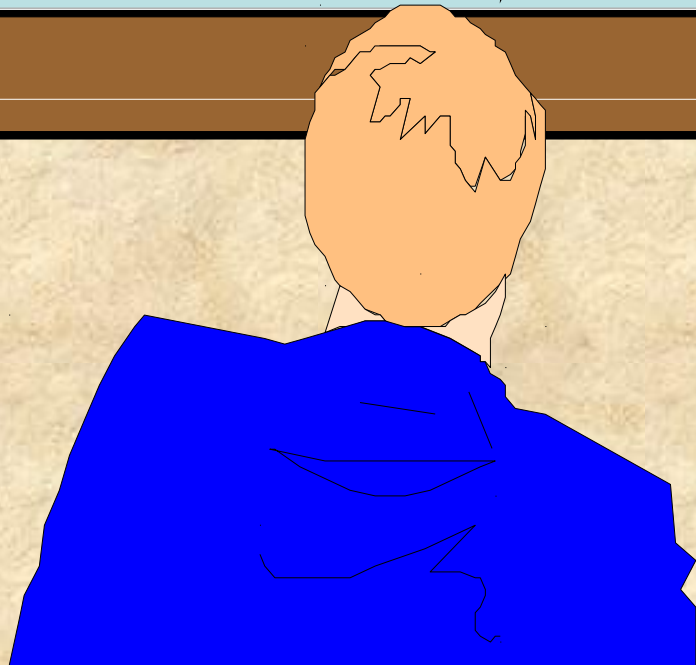




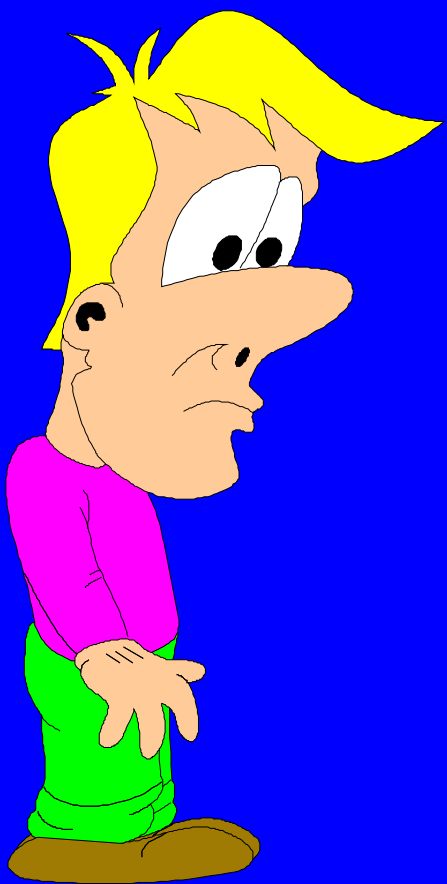
Esto es un
paraíso

No hay porque preocuparse, es una perturbación magmática de origen profundo

El periódico local dice lo mismo



Nuestro gran sabio local D.
Teqwerty siempre nos dijo
que aquí los volcanes son
inofensivos



Pues esto se parece a lo
que paso en otros
volcanes, a ver si nos van
a estar ocultando algo



FUEBA

INUTILES



GRAZIE
GOVERNO

**VULCANO PIANO
GELSO** →



**PONTILE DI ATTRACCO
PONENTE** →

**PONTILE DI ATTRACCO
LOC. GELSO** →

ENEL PROGETTO EOLIE
CENTRO di INFORMAZIONE n.6 →

boutique L'OSSIDIANA →













00
04



20 Nov 2000, 7:32:41 (20 Nov 2000 13:32:41 GMT)

CENAPRED



Gracias

... y felices
erupciones



Guía didáctica para riesgo volcánico

Escuela N. Protección Civil
Ministerio del Interior



A. Llinares; R. Ortiz; J. M. Marrero