27th IUGG General Assembly. 2019 Montreal Canada
IAVCEI Symposium V01: Celebrating 100 years of volcanic activity 1919 - 2019

The Fuego volcano disaster of June 3rd 2018: how can such disasters be avoided?

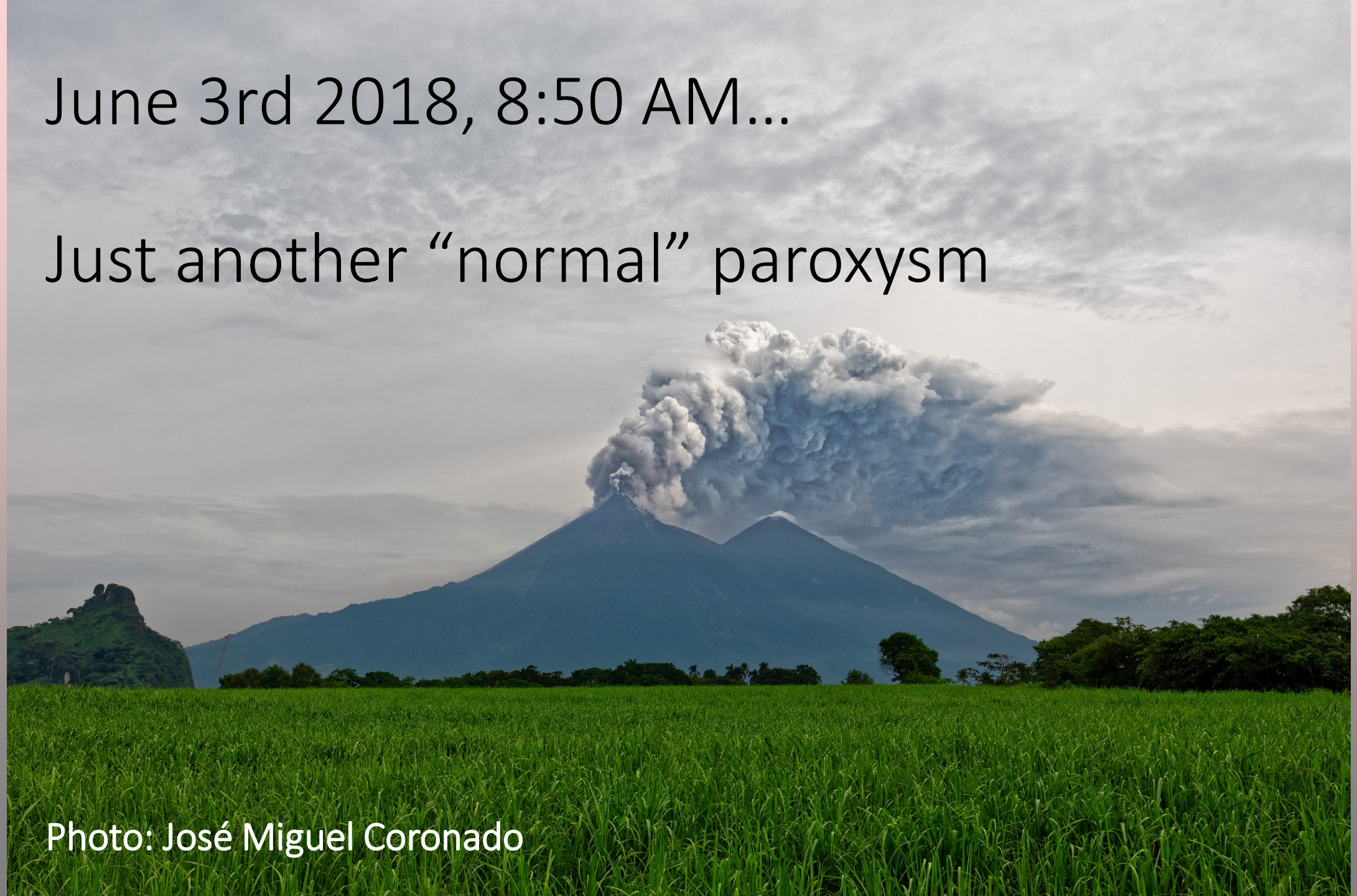
Rüdiger Escobar Wolf[1] and Carla Chun Quinillo[2]

[1] *Michigan Technological University, USA*

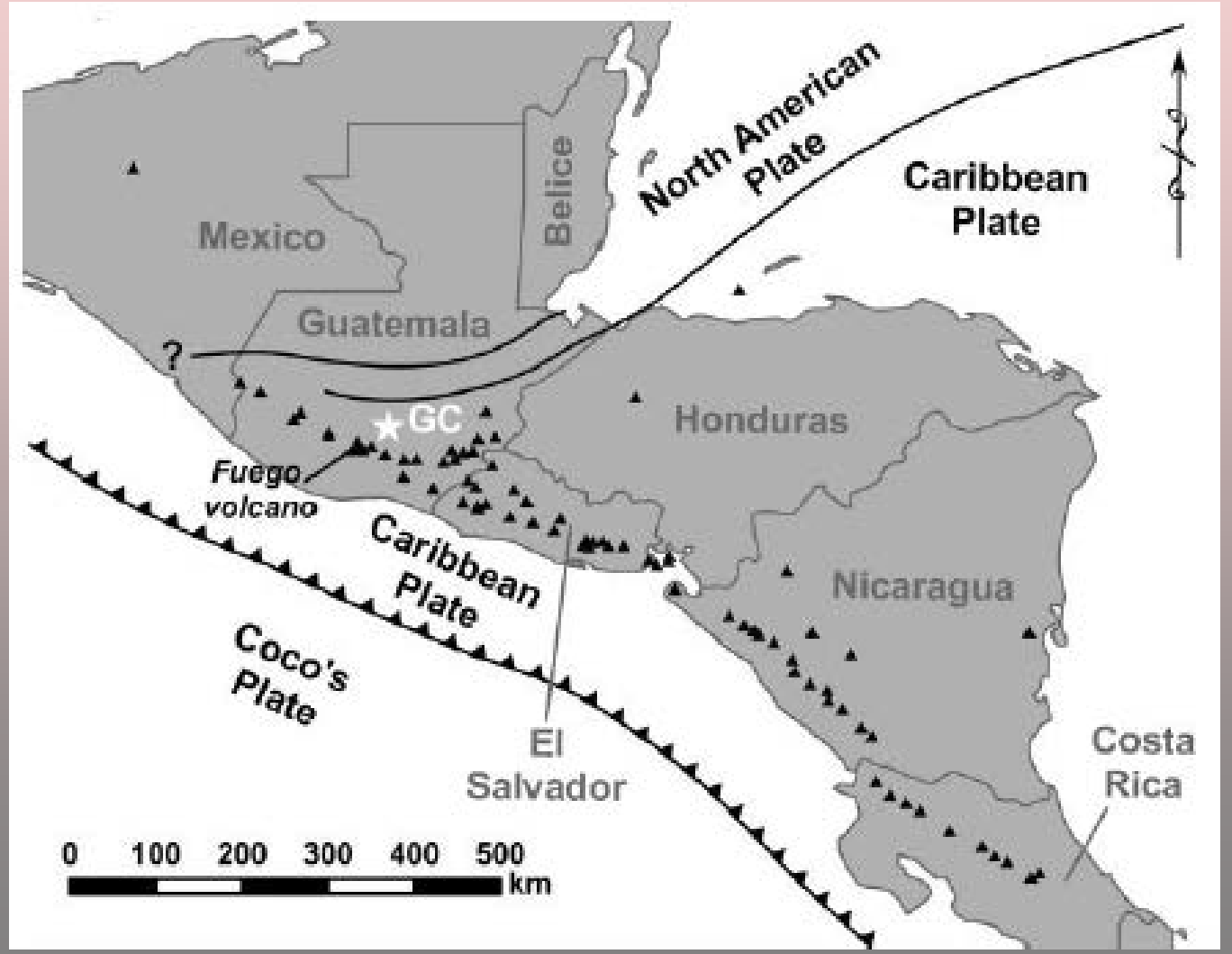
[2] *Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorologia e Hidrologia, Guatemala*

Michigan Technological University

INSIVUMEH
Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda

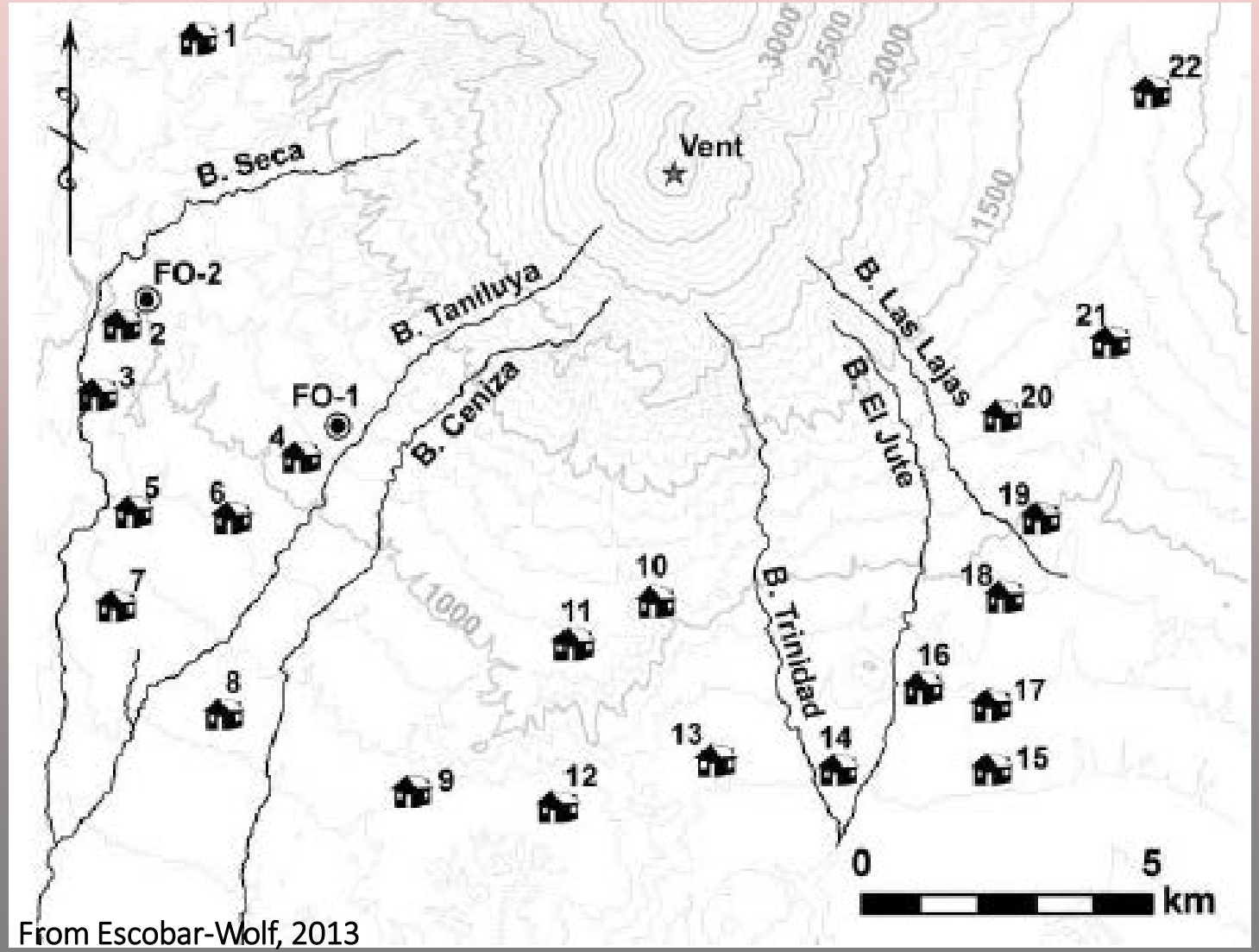

June 3rd 2018, 8:50 AM…
Just another “normal” paroxysm
Photo: José Miguel Coronado

Fuego volcano: Subduction arc, basaltic-andesitic, frequently explosive eruptions…



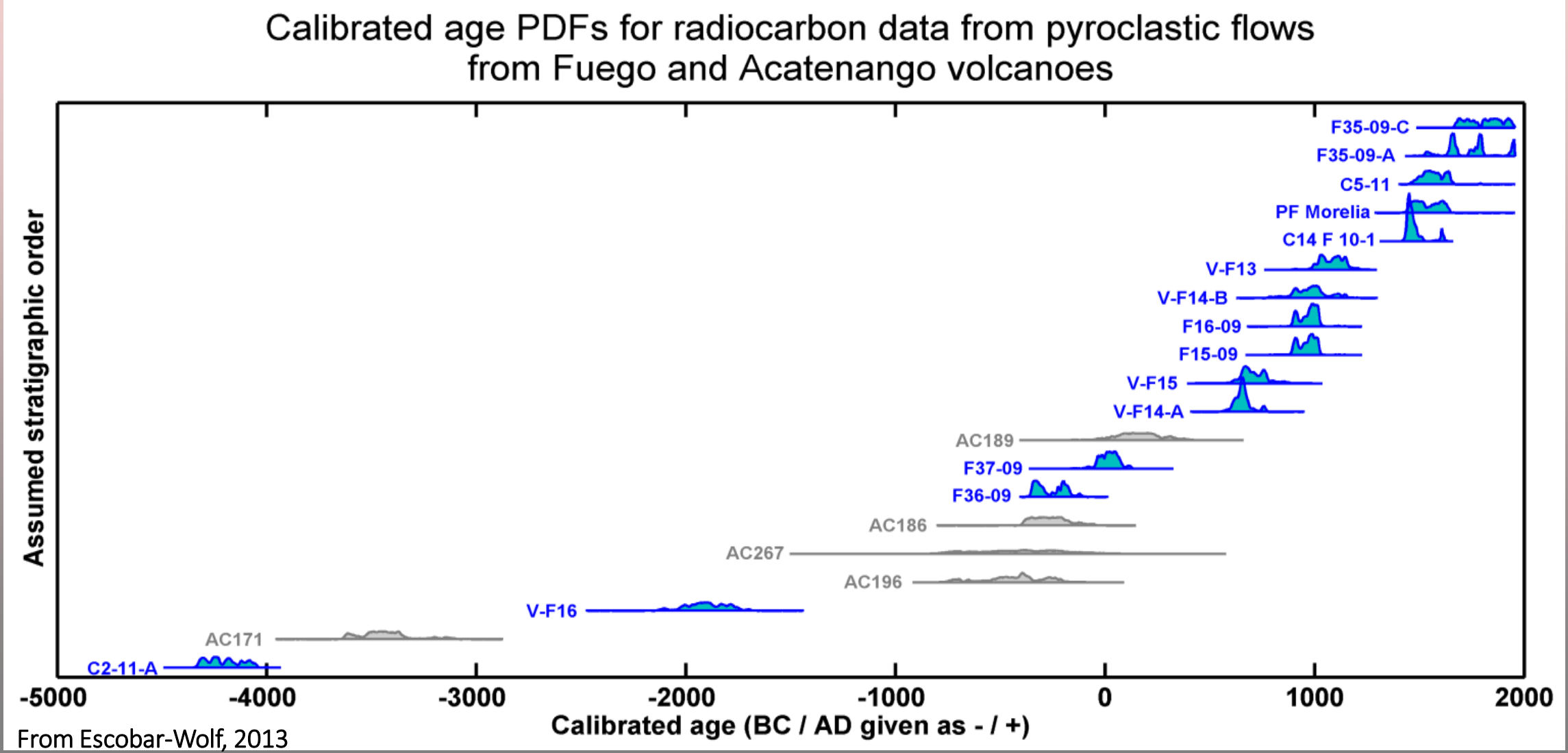
From Escobar-Wolf, 2013

Fuego volcano: many communities in close proximity (< 15 km) from the vent…



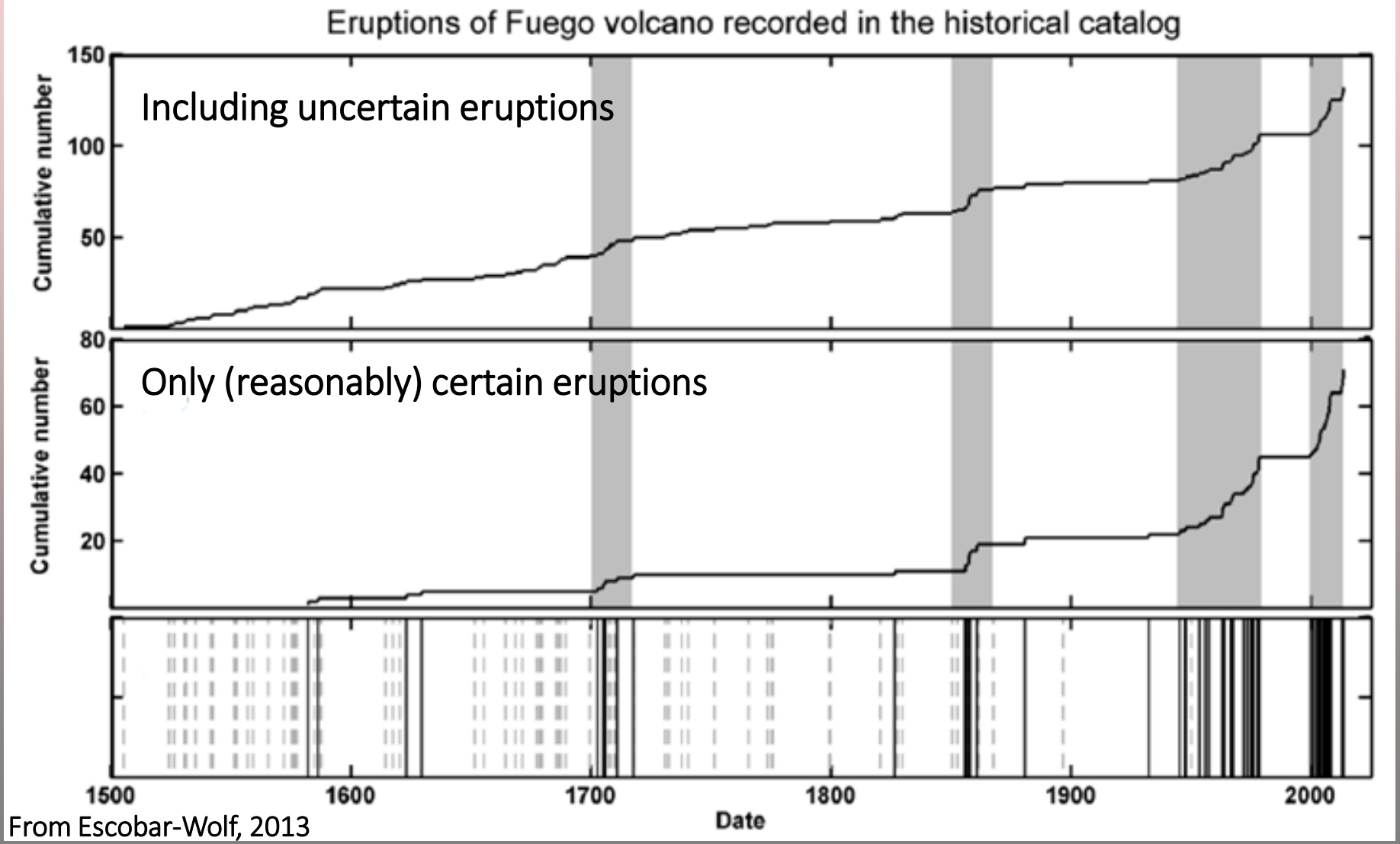
From Escobar-Wolf, 2013

Fuego volcano: very active generator of pyroclastic density currents in prehistoric times



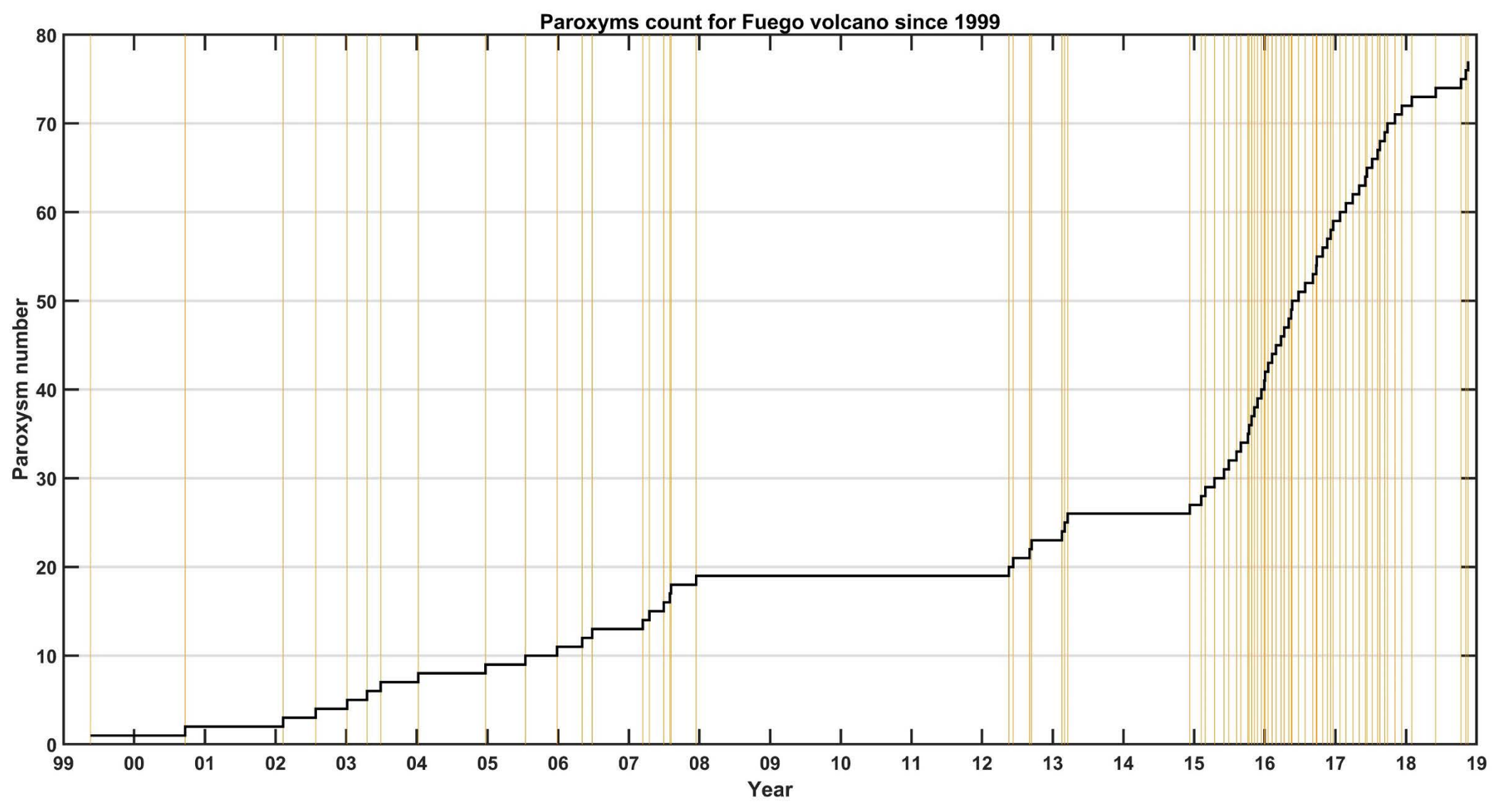
From Escobar-Wolf, 2013

Fuego volcano: very active generator of pyroclastic density currents and in historic times

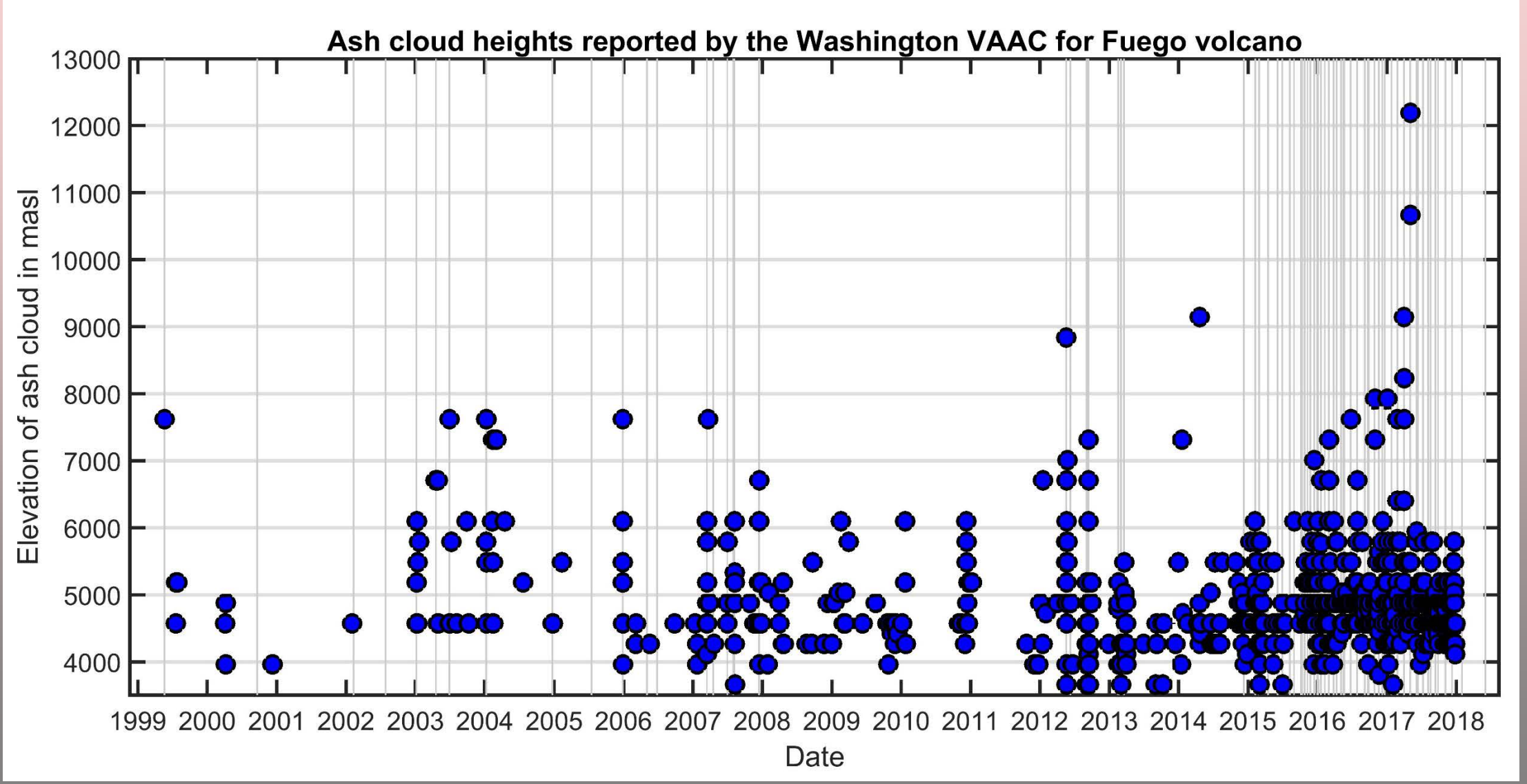


From Escobar-Wolf, 2013

The 1999 – 2018 eruptive activity episode:

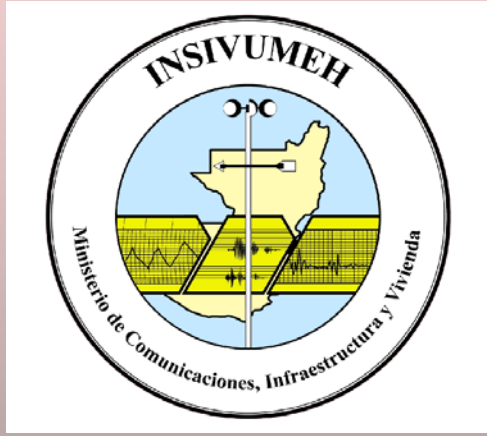


The 1999 – 2018 eruptive activity episode:



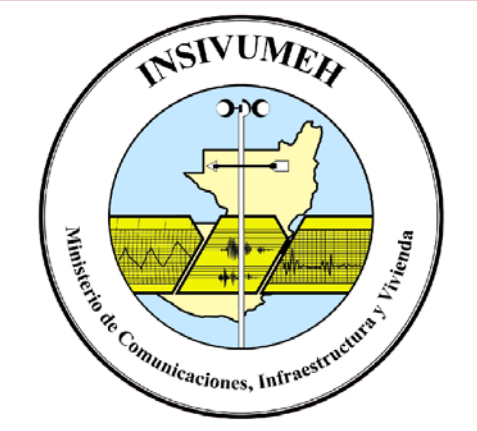
Pre-2018 early warning efforts: agencies leading the process…

Pre-2018 early warning efforts: agencies leading the process…



INSIVUMEH: Volcano monitoring and hazard forecasting

Pre-2018 early warning efforts: agencies leading the process…



INSIVUMEH: Volcano monitoring and hazard forecasting

CONRED: Alerting the population and supporting the evacuation

Pre-2018 early warning efforts: agencies leading the process…

INSIVUMEH: Volcano monitoring and hazard forecasting

Decision process of when to call for an evacuation?

CONRED: Alerting the population and supporting the evacuation

In practice, things can be different…

Photo: Vinicio Bejarano

In practice, things can be different…

Photo: Vinicio Bejarano

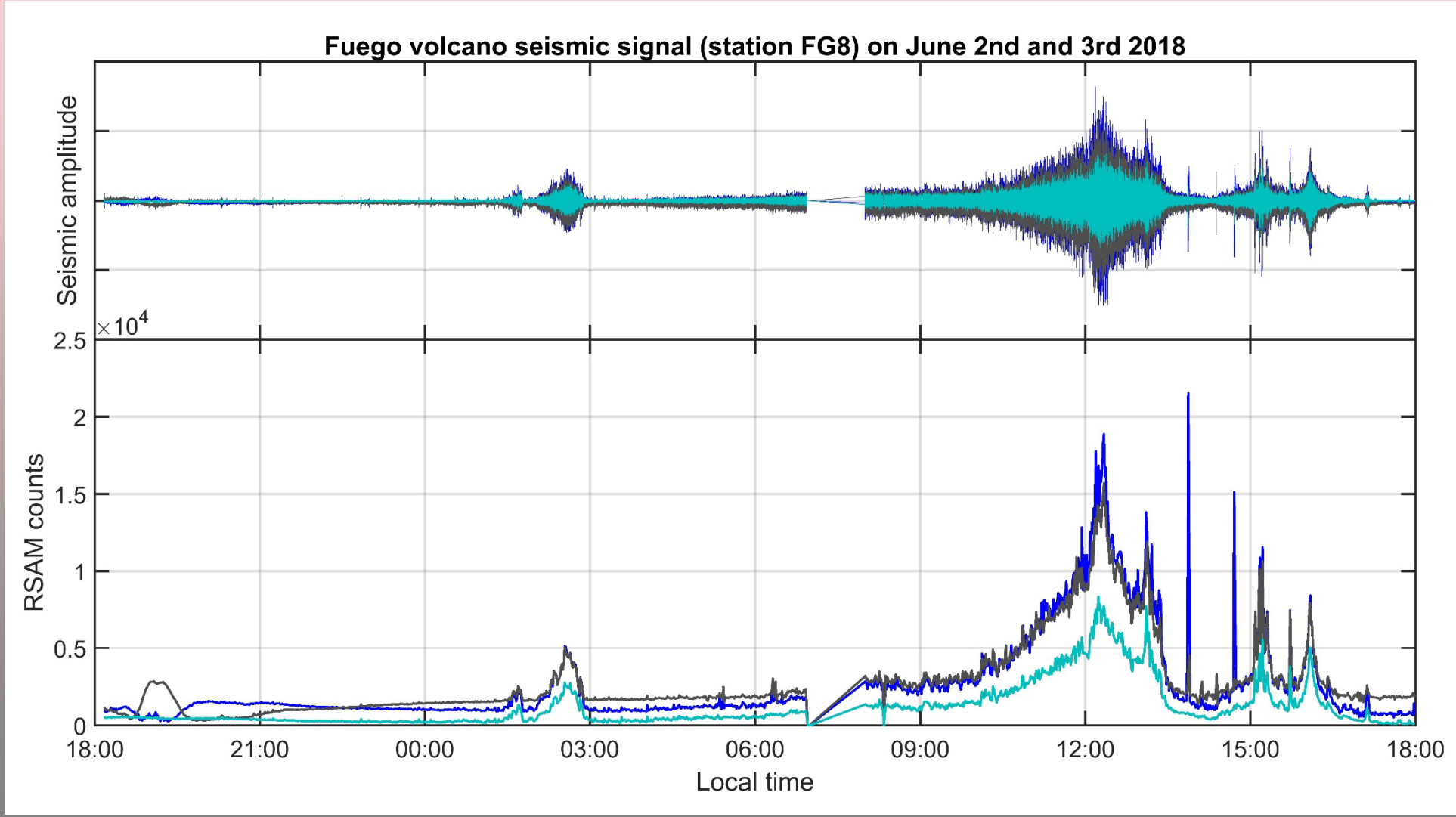
In practice, things can be different…

Photo: Vinicio Bejarano

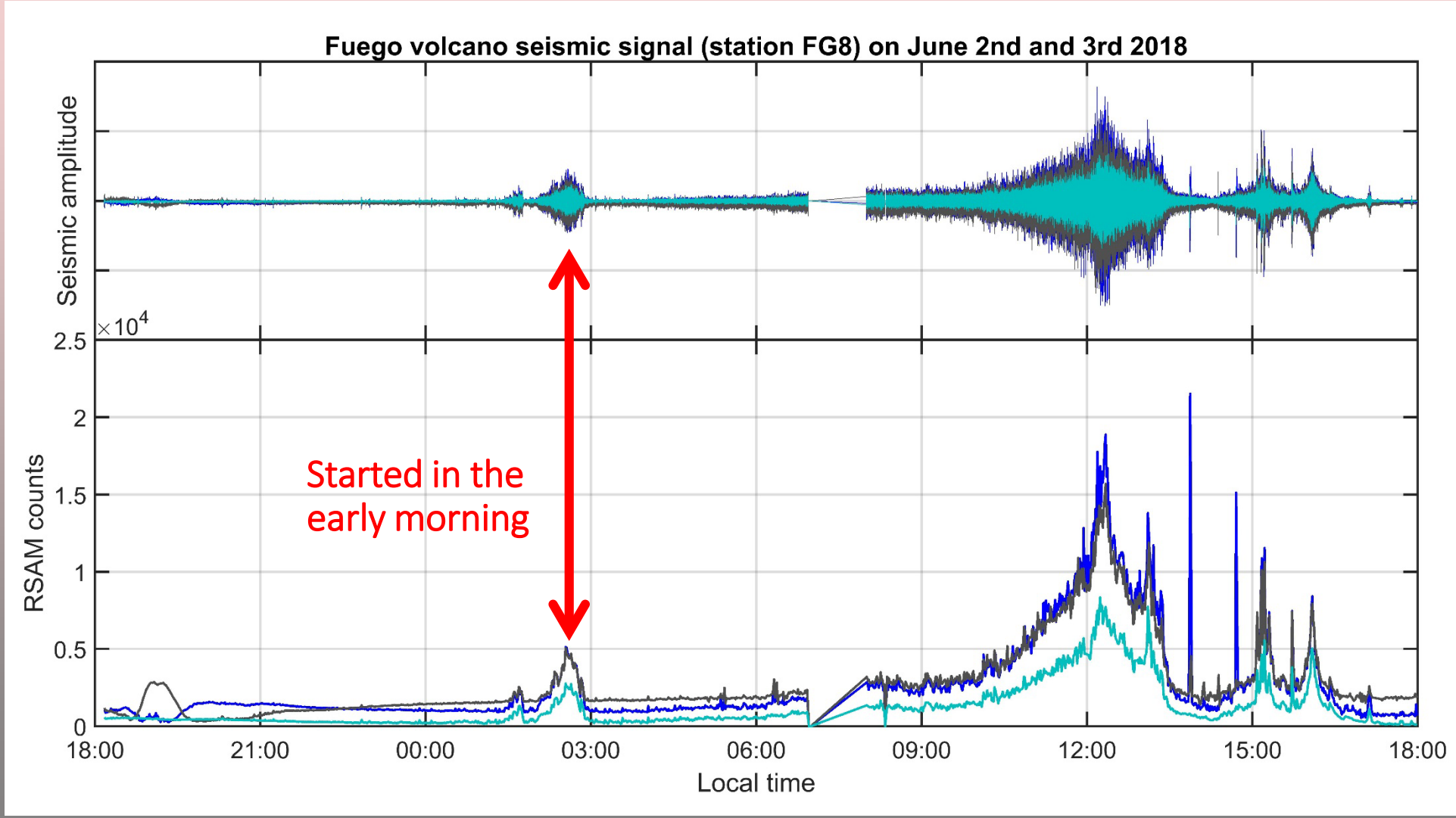
In practice, things can be different…

Photo: Vinicio Bejarano

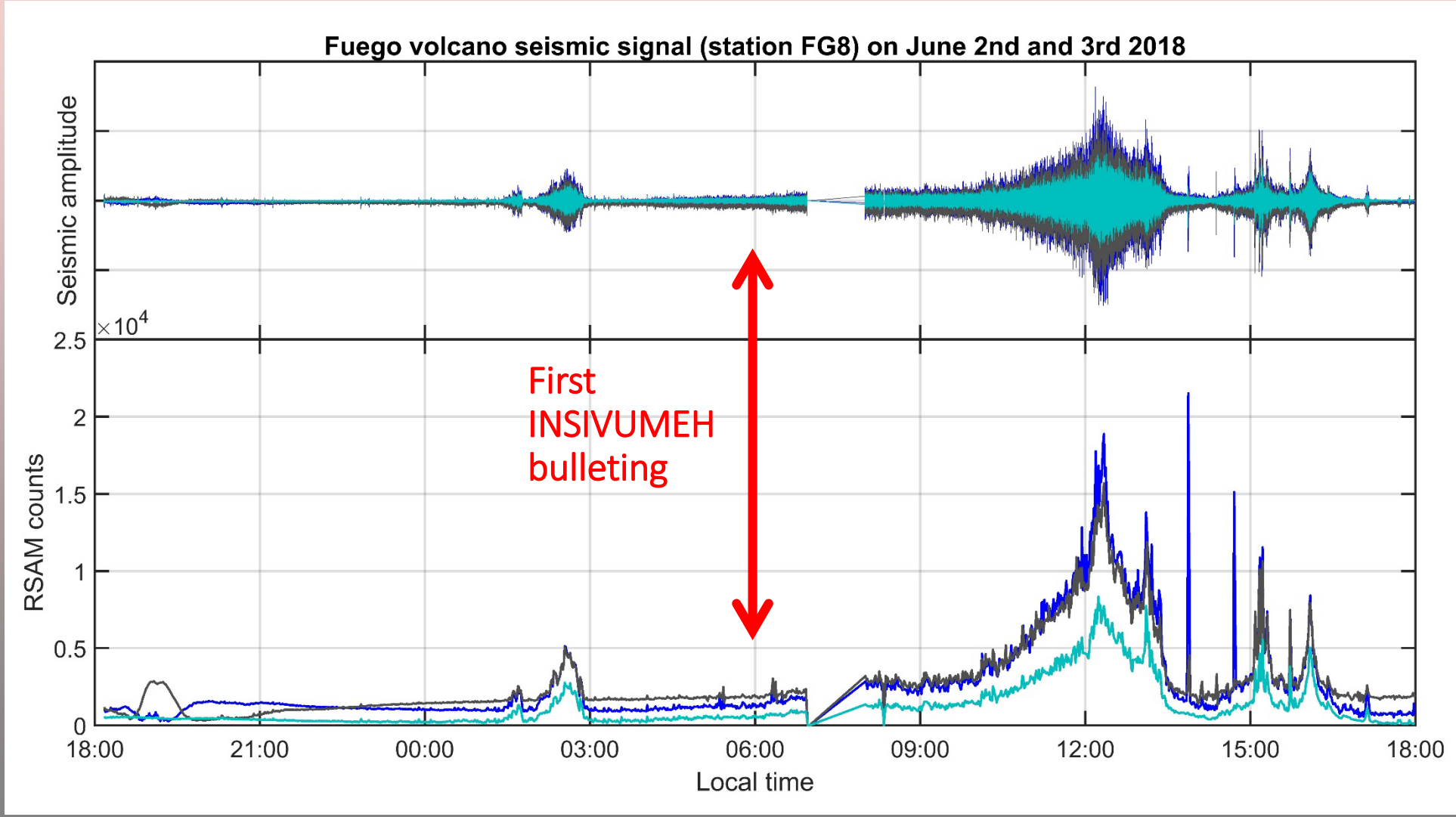
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



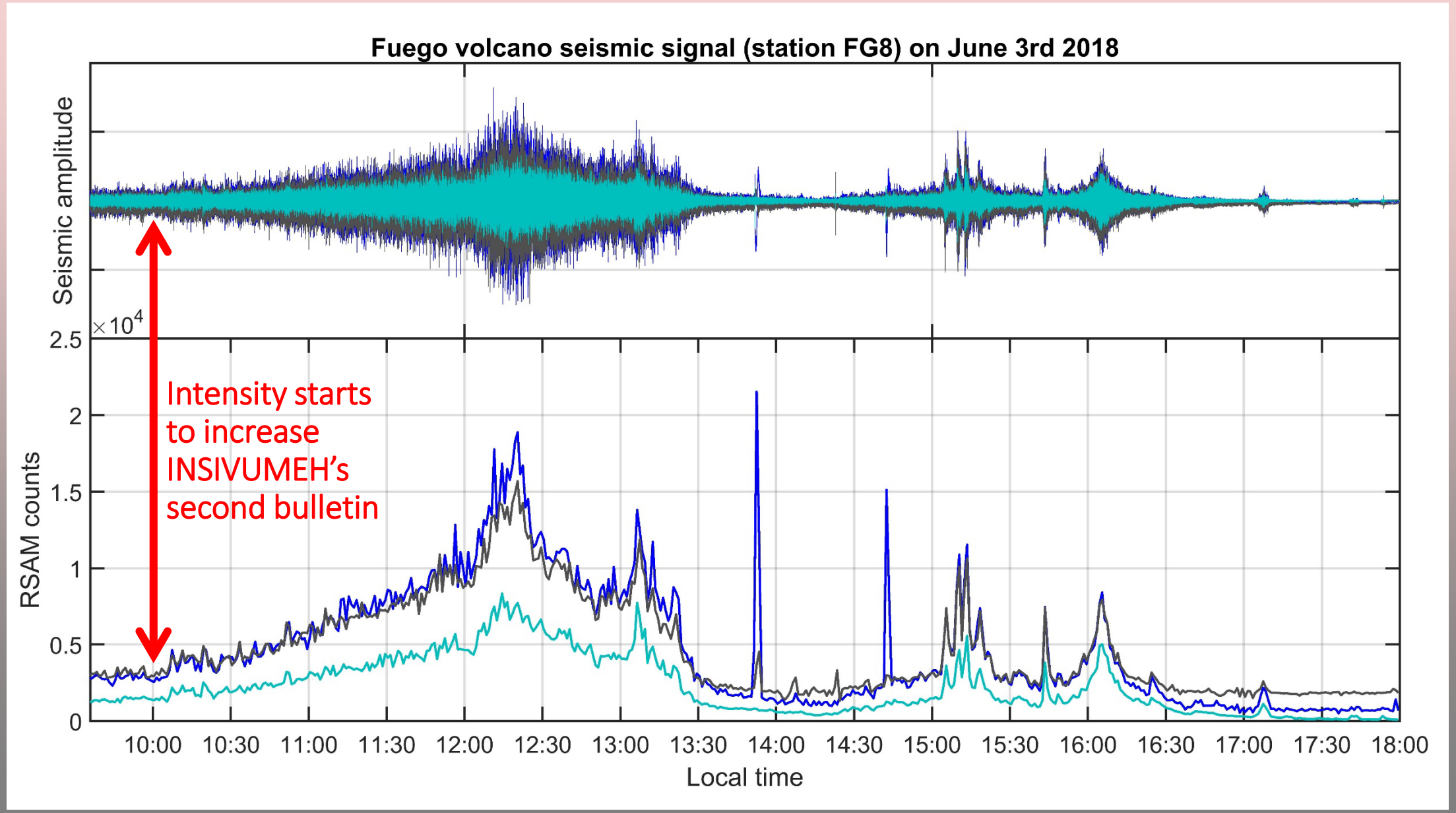
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



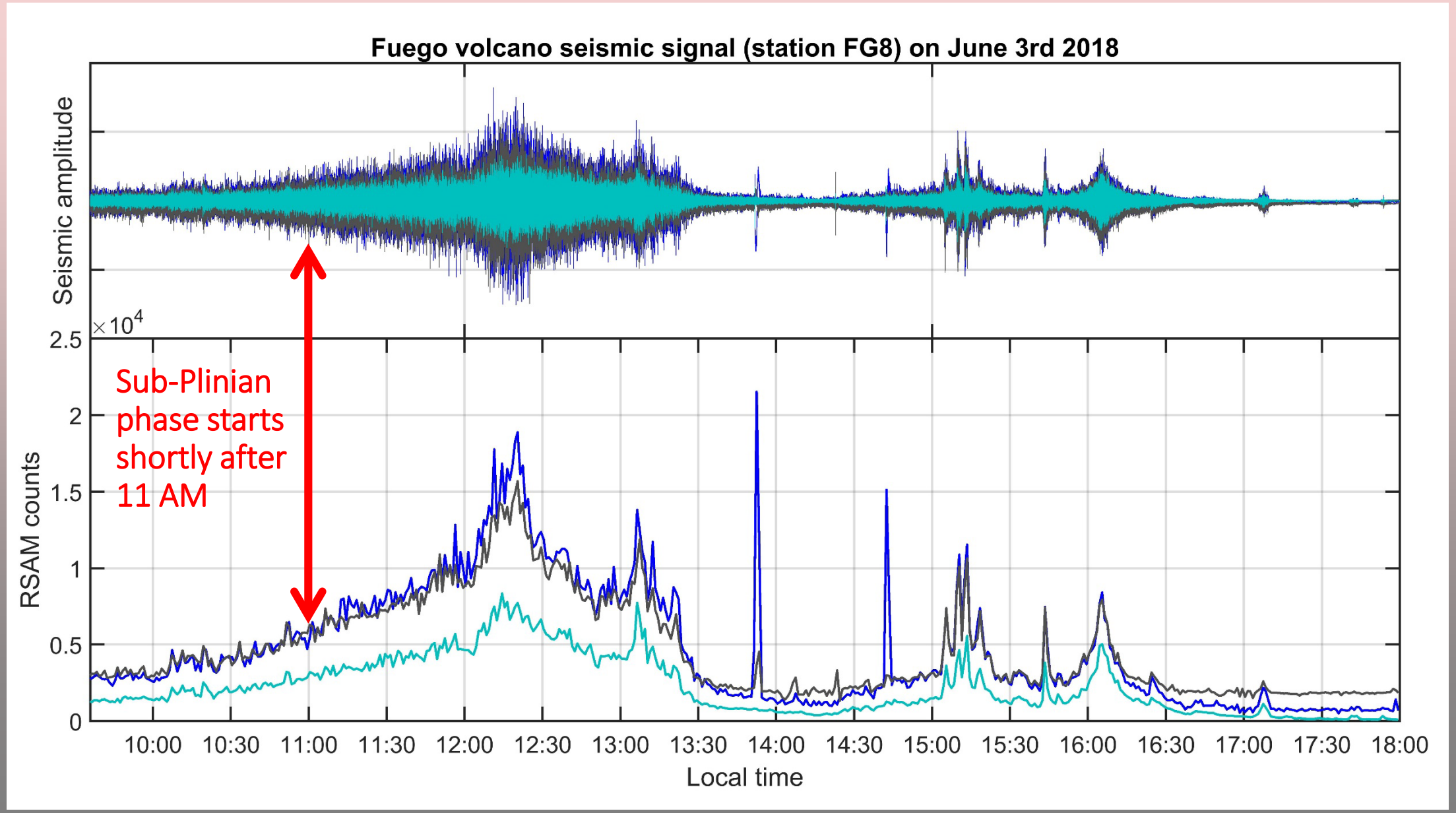
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



The June 3rd 2018 eruption: timeline…

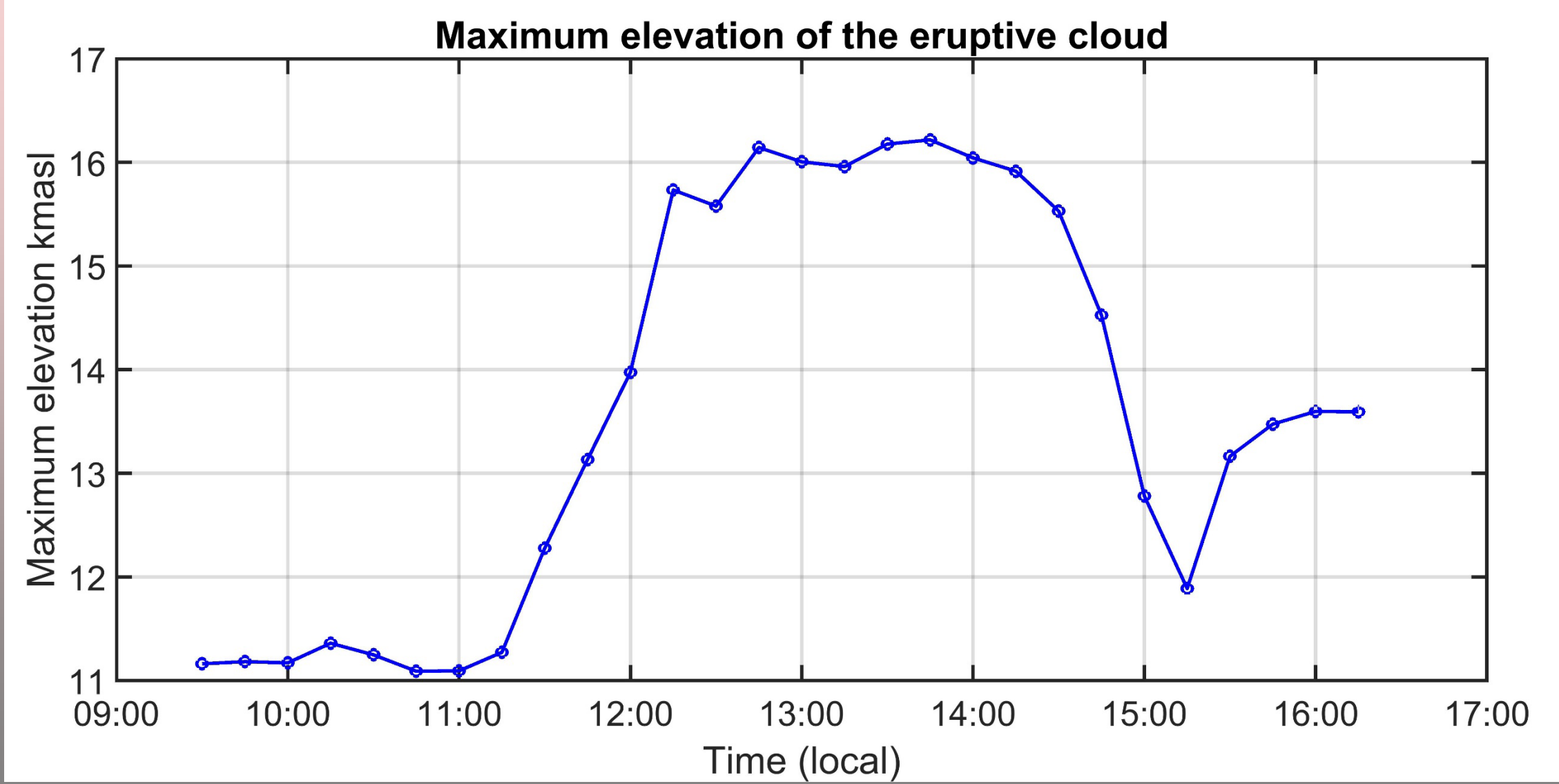


The June 3rd 2018 eruption: timeline…

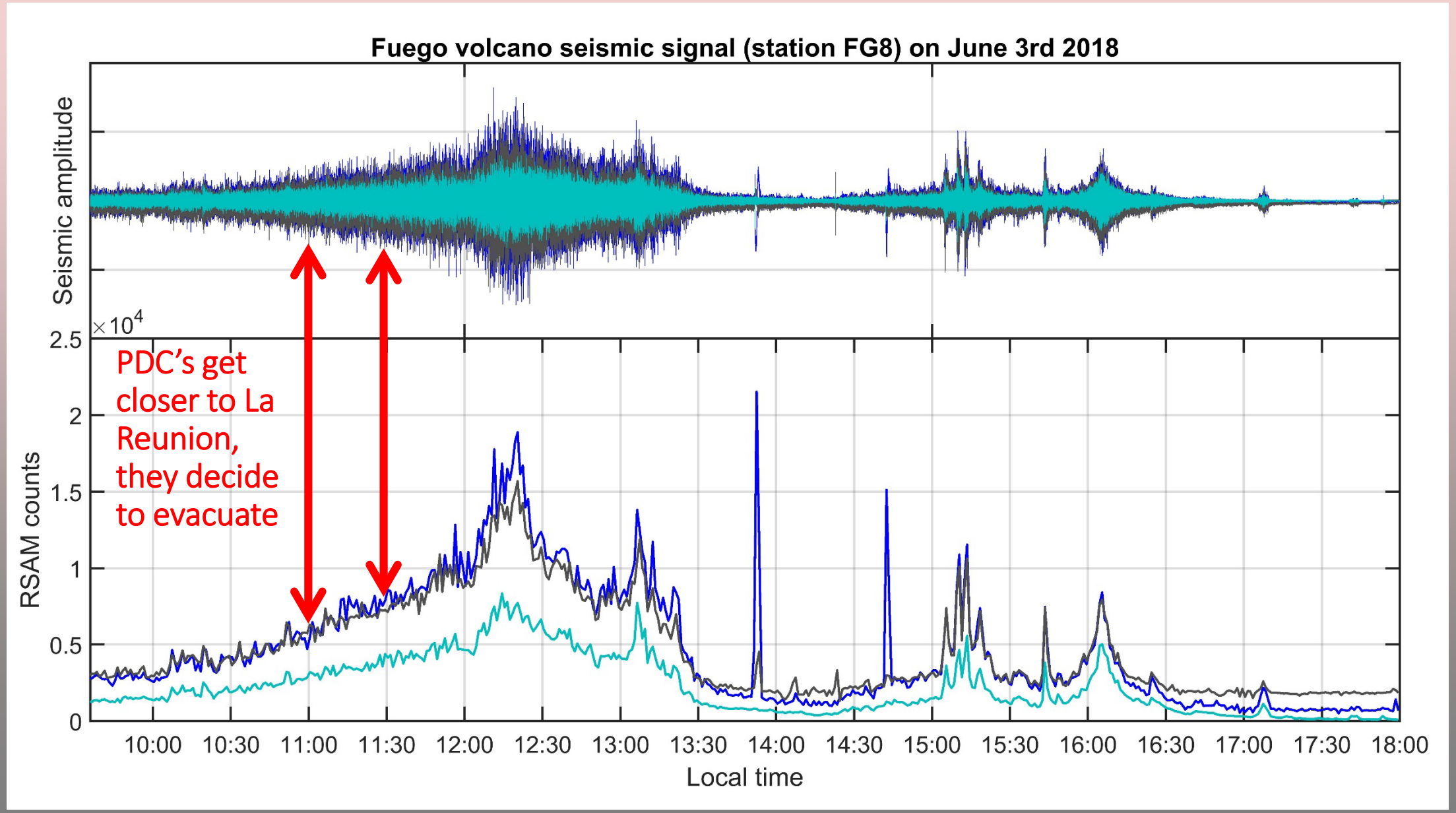


The June 3rd 2018 eruption: timeline…

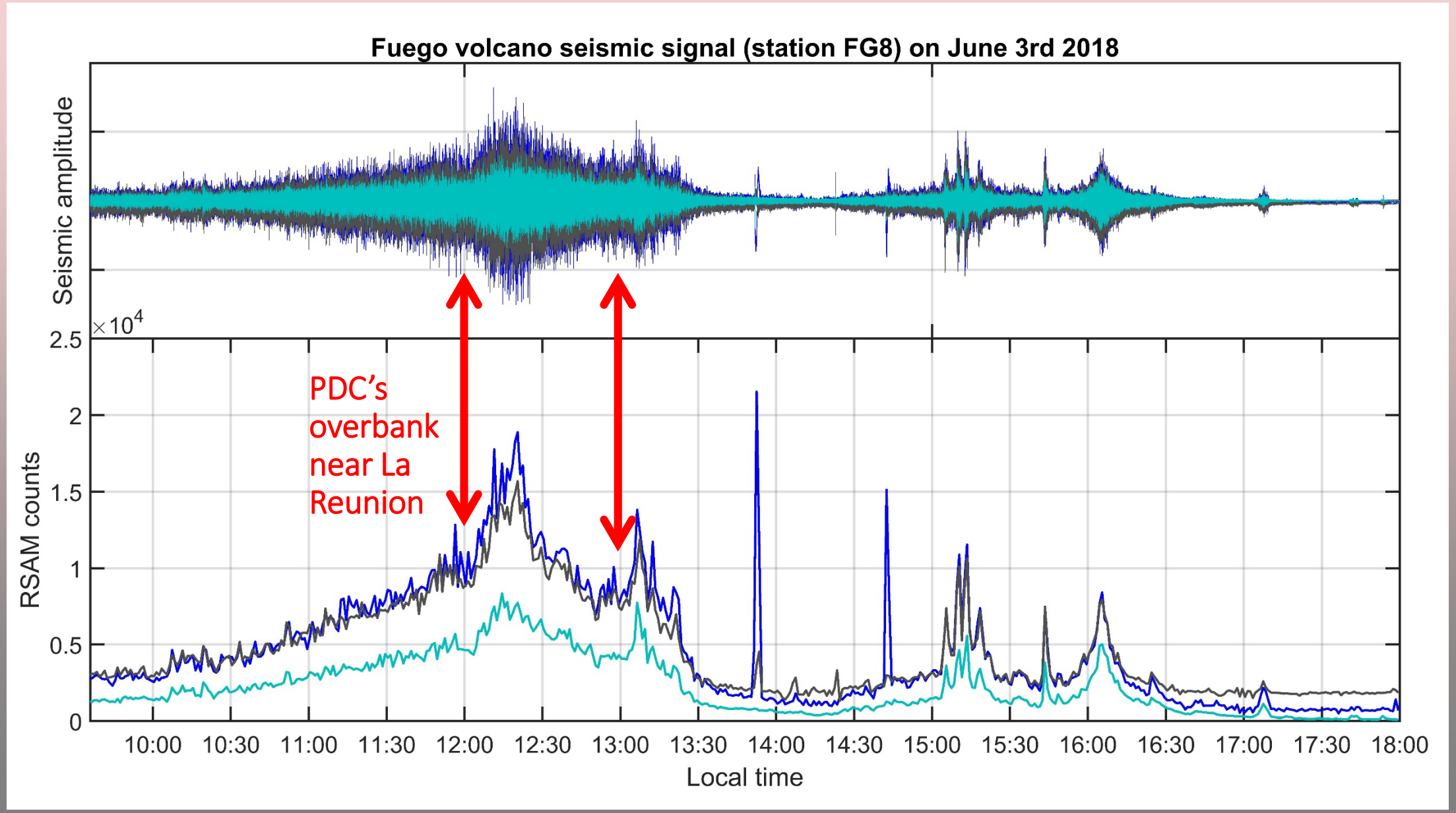
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



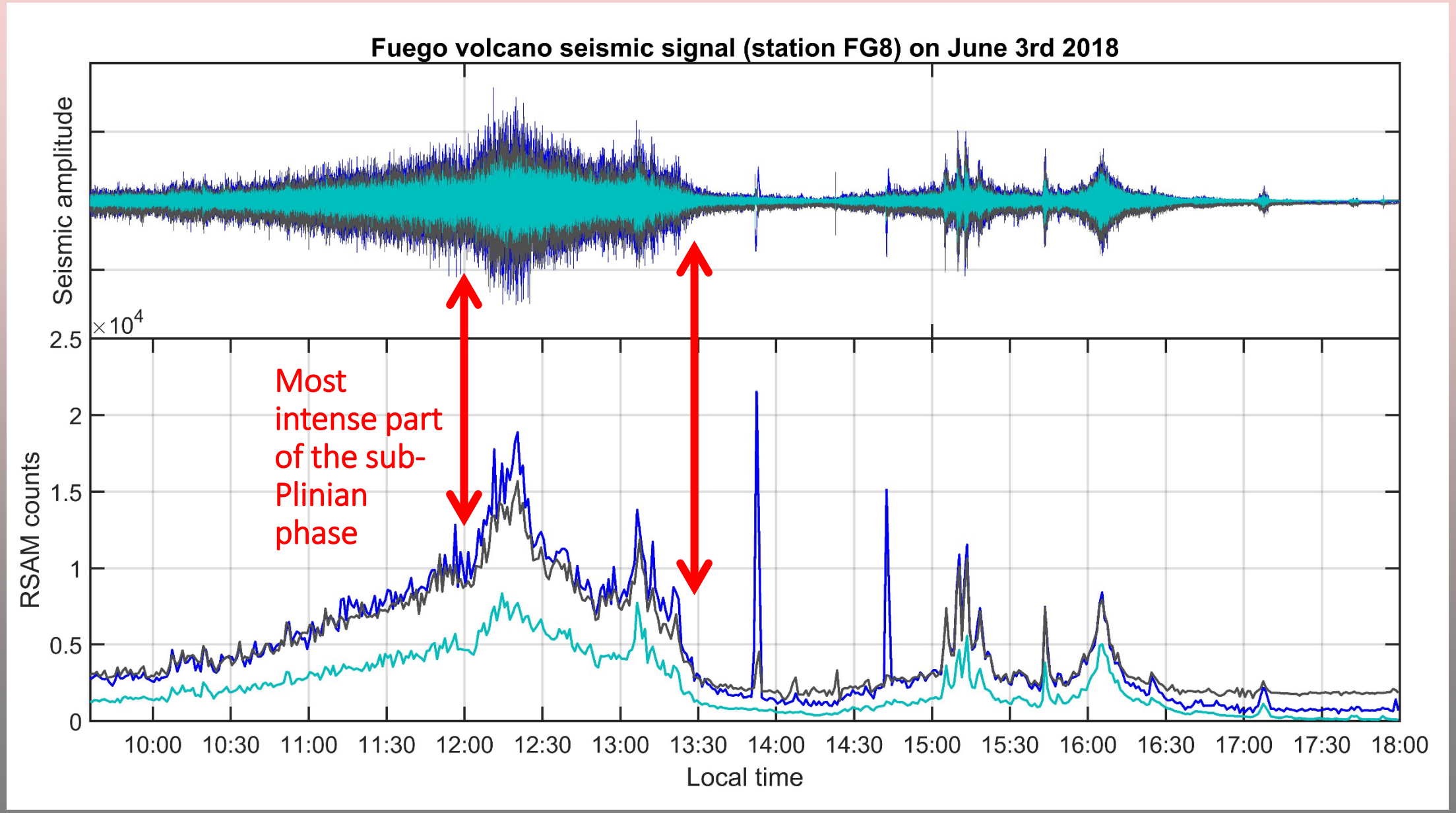
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



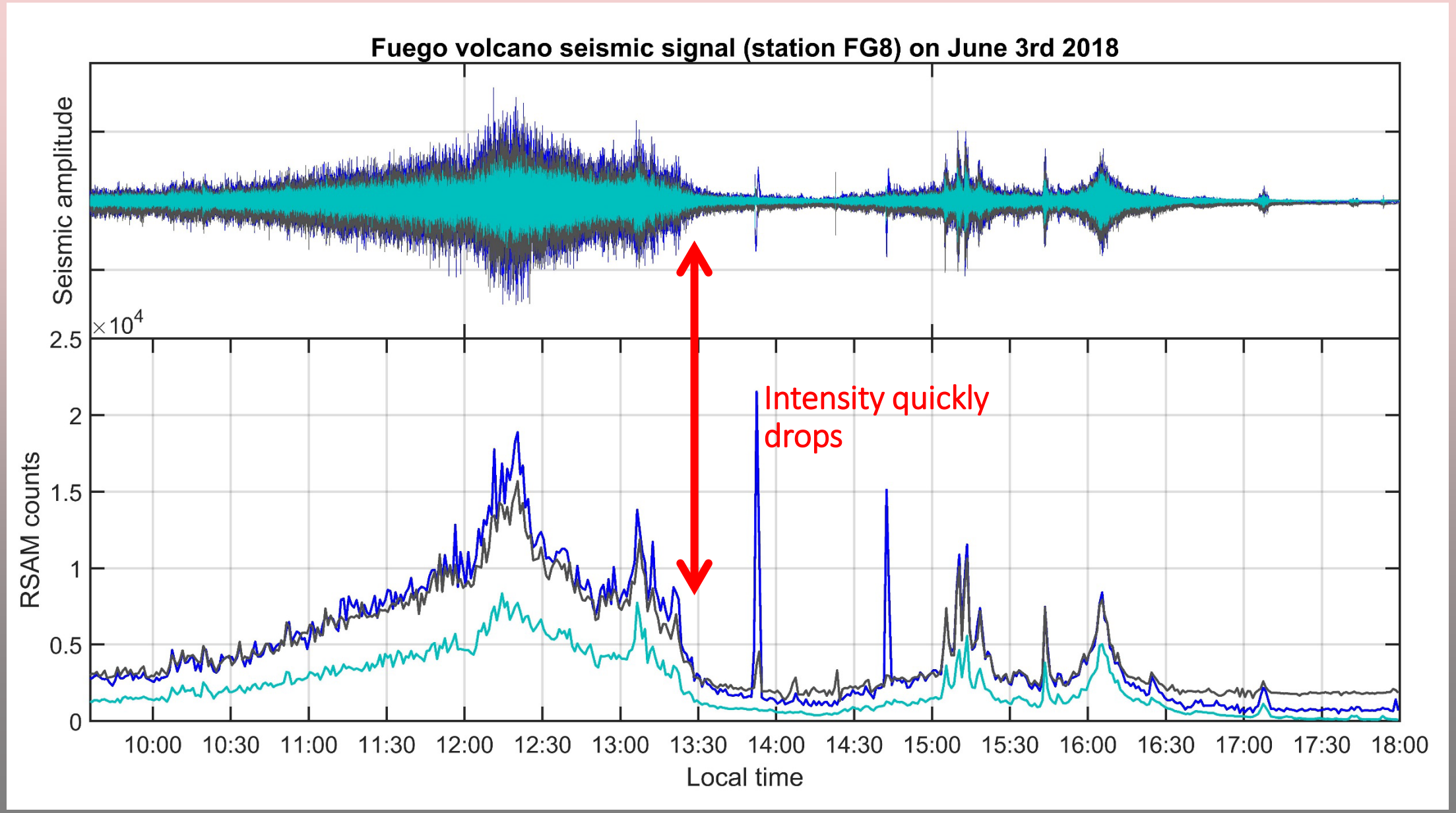
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



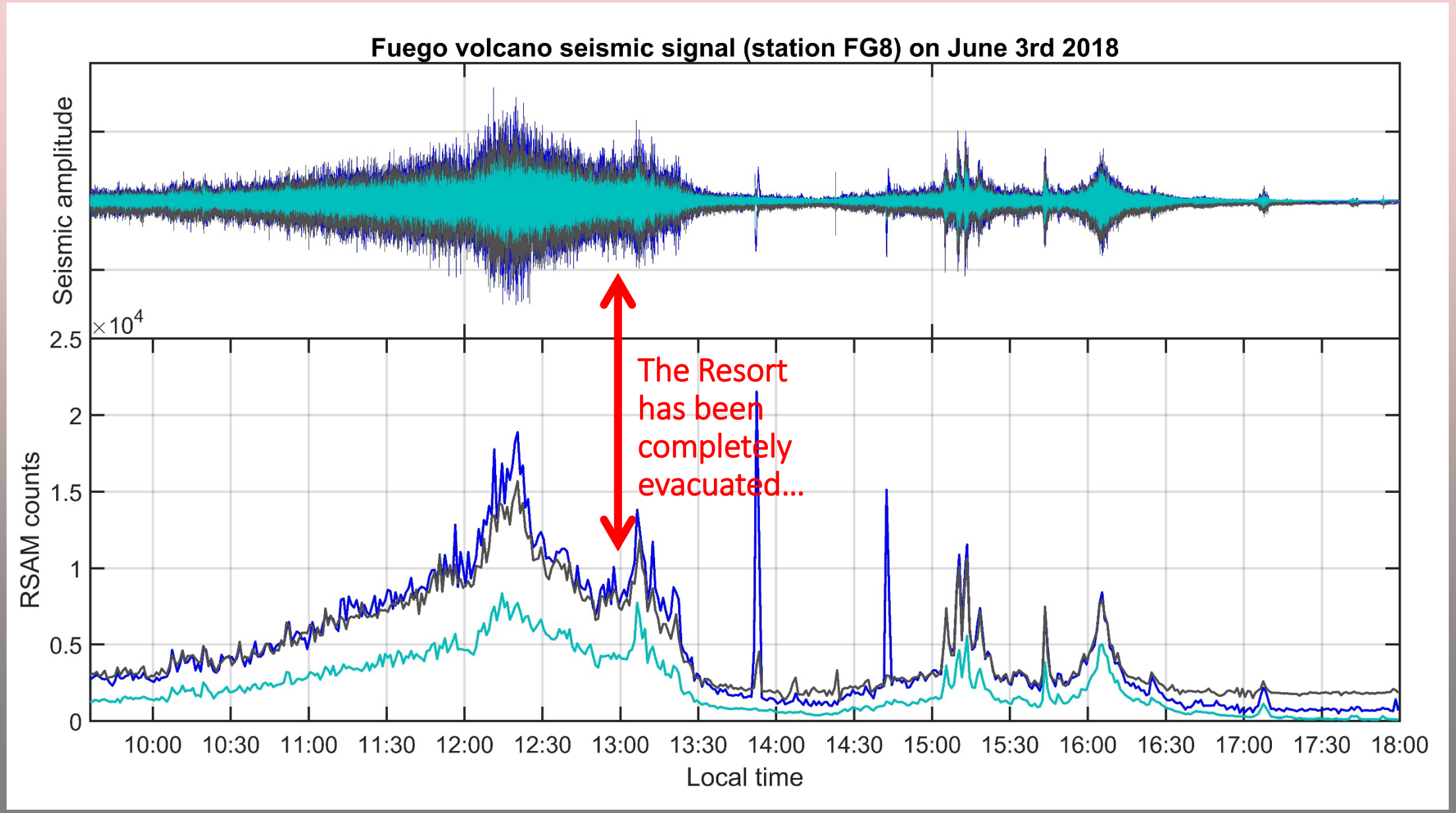
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



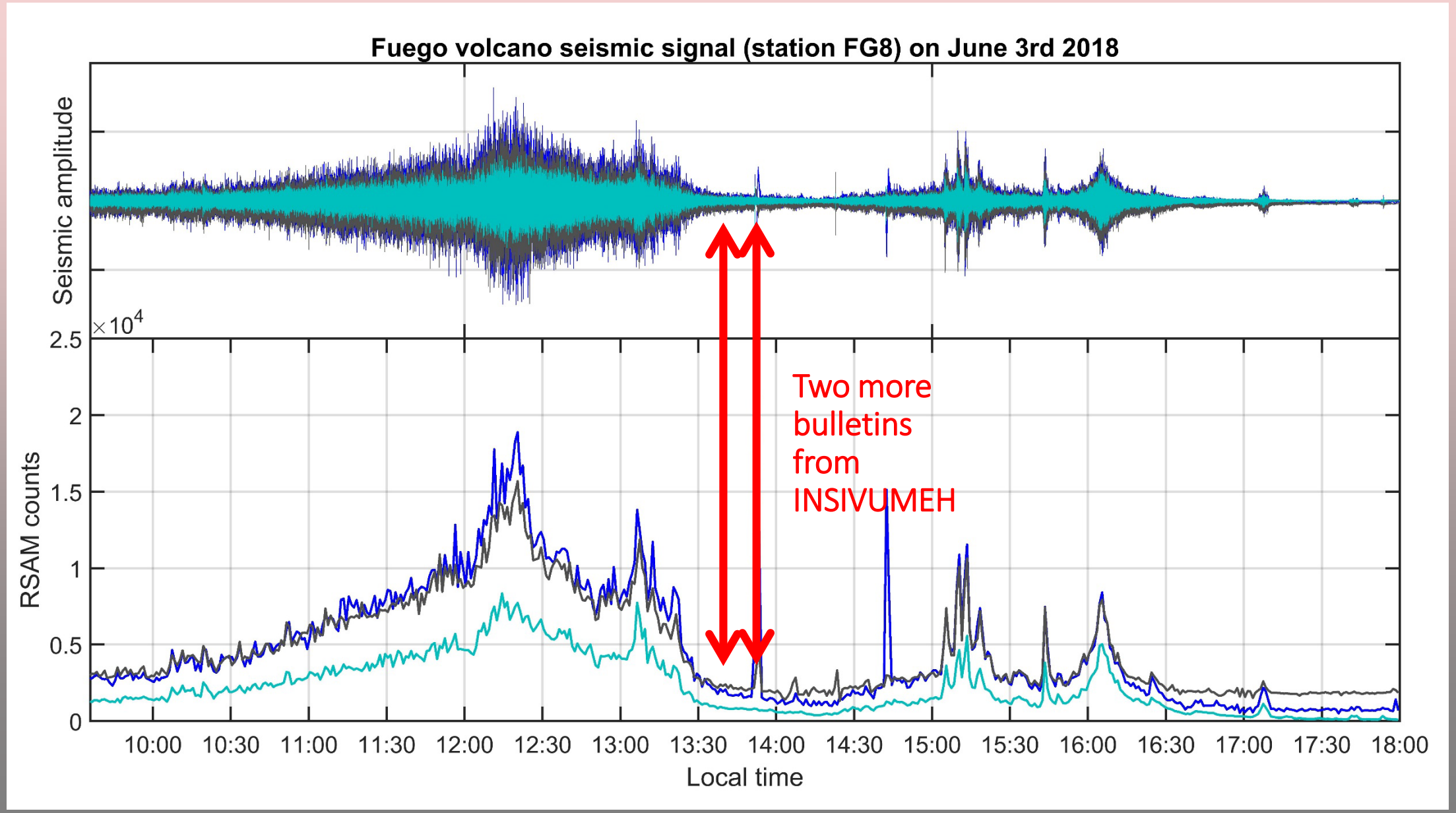
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



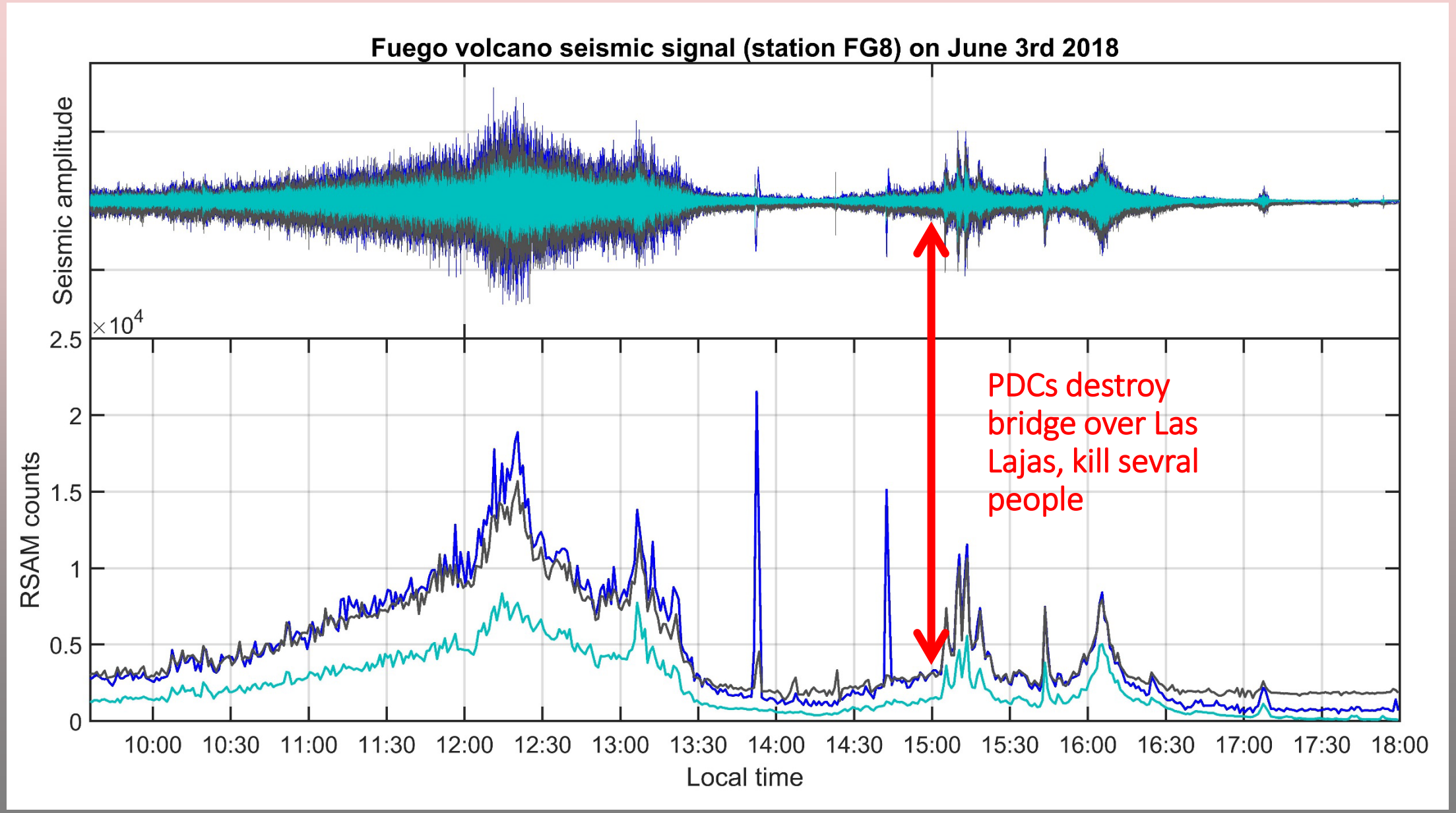
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



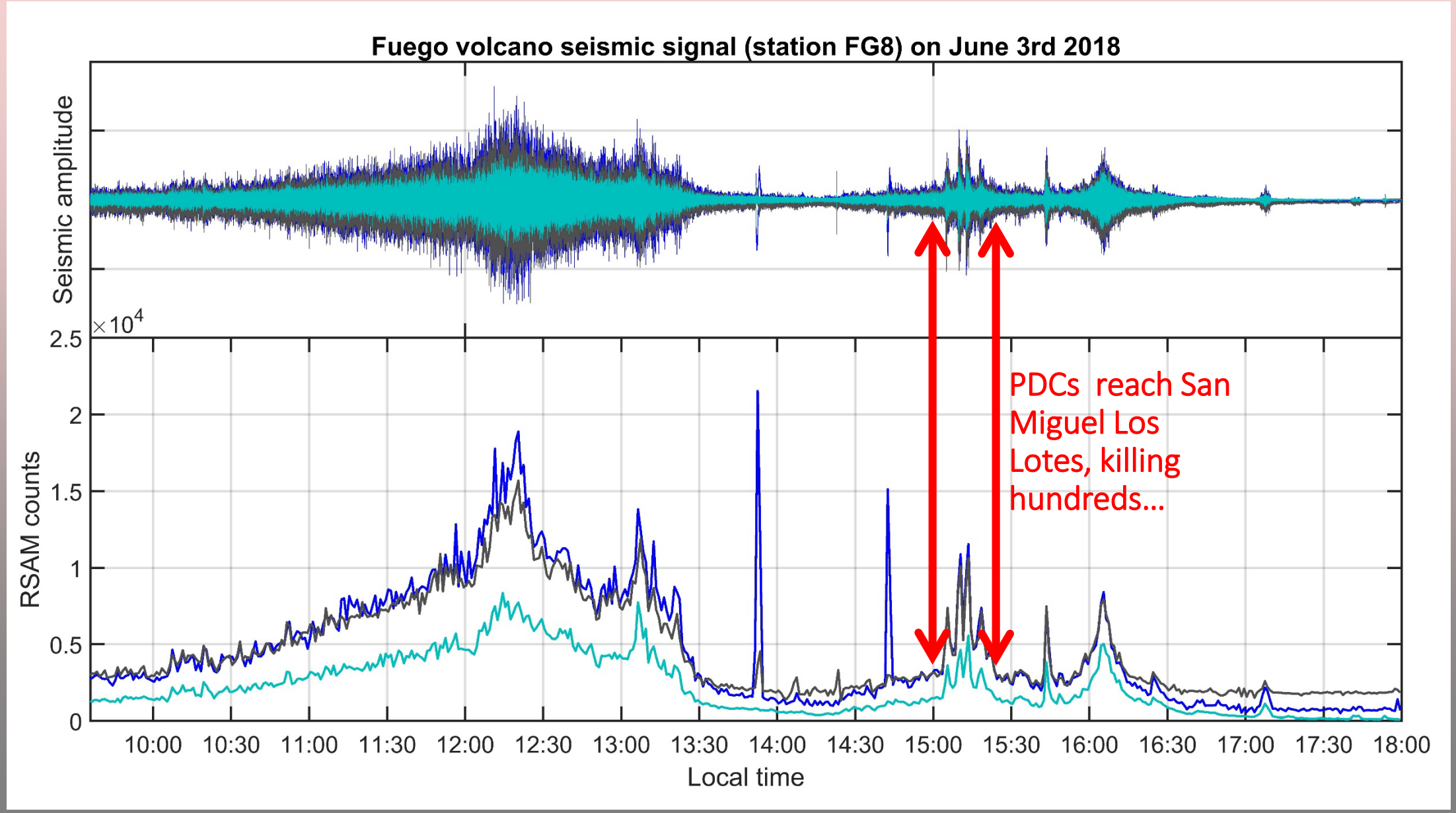
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



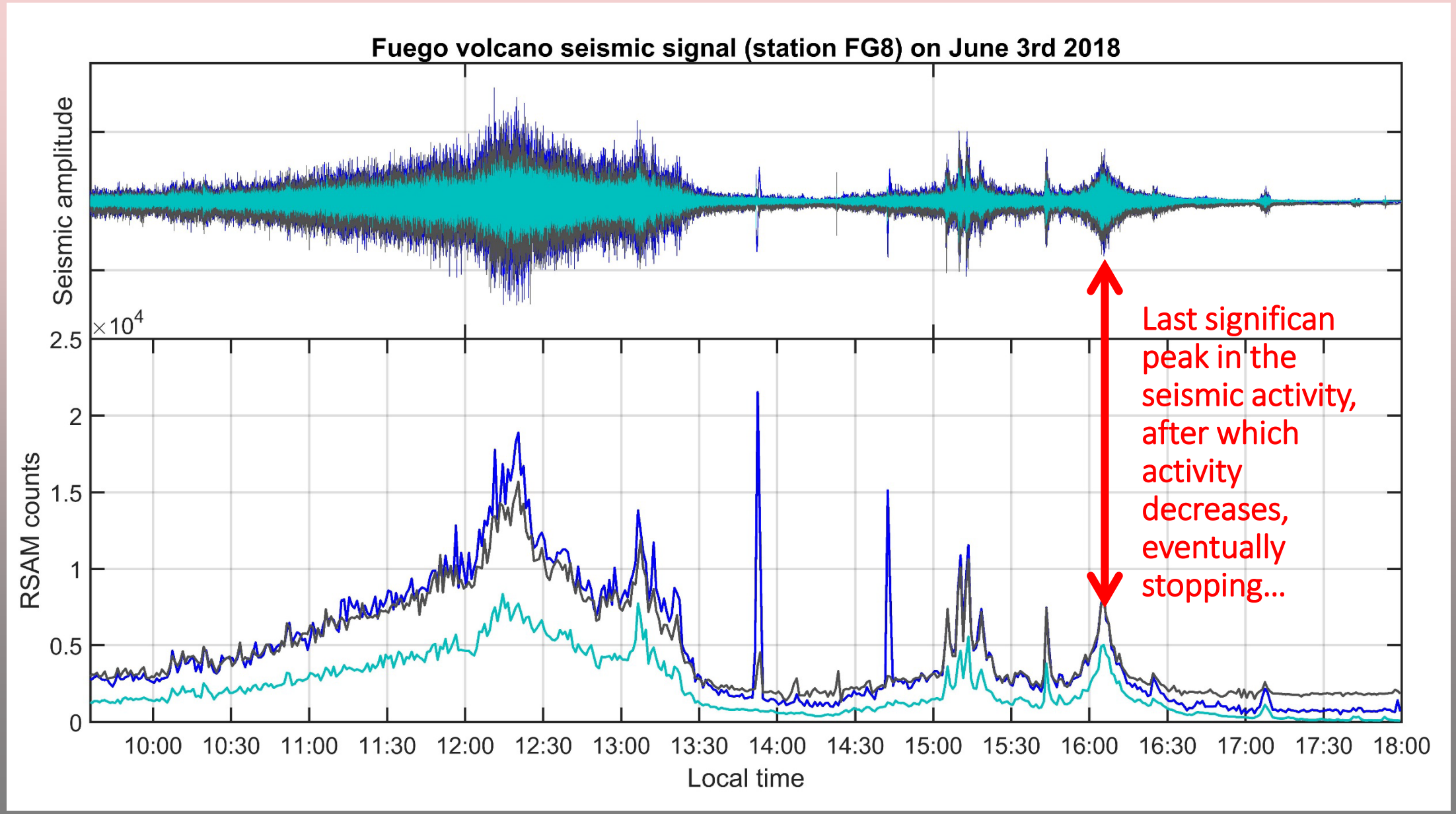
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



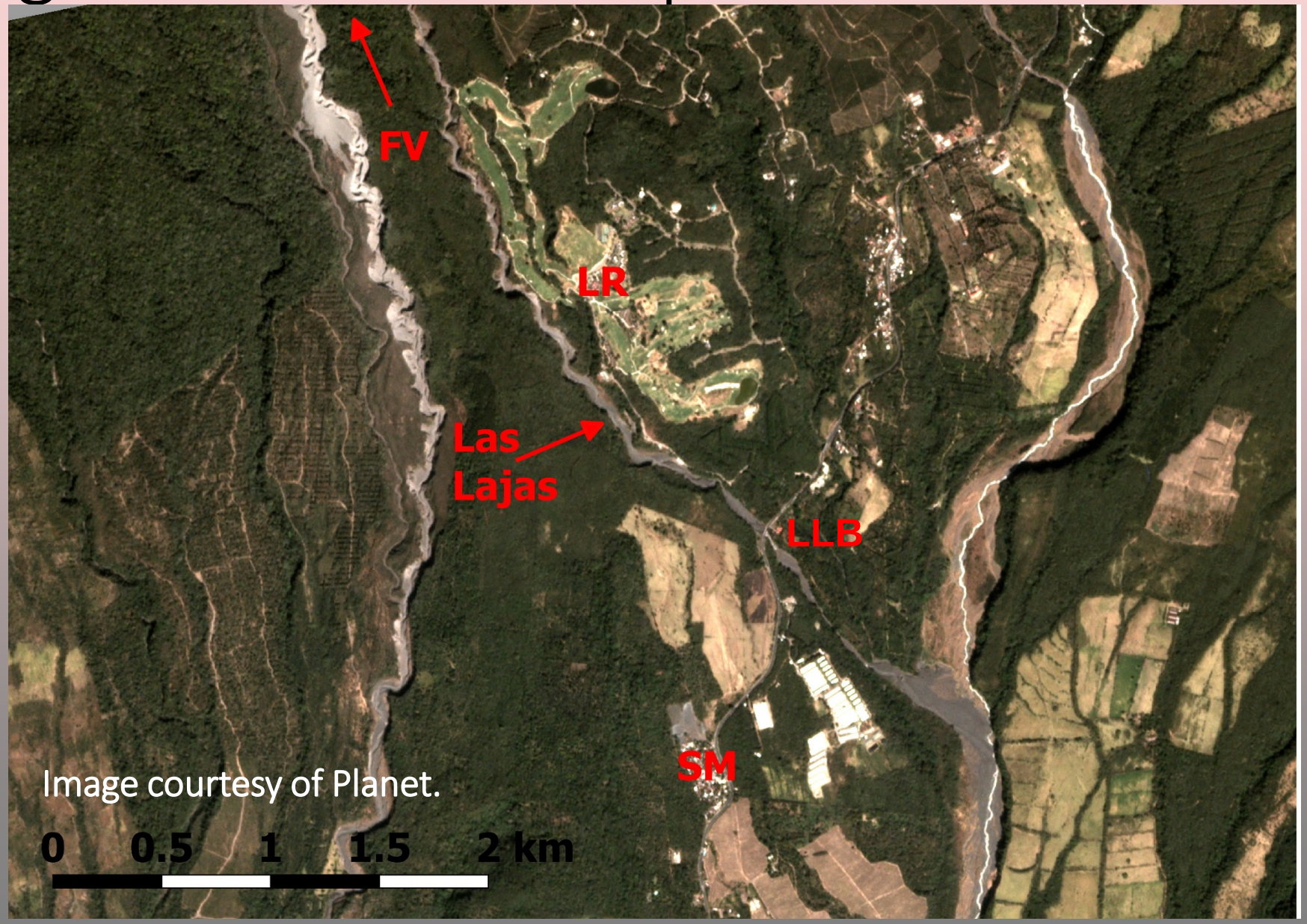
The June 3rd 2018 eruption: timeline…



The June 3rd 2018 eruption: timeline…



PDCs generation and impact



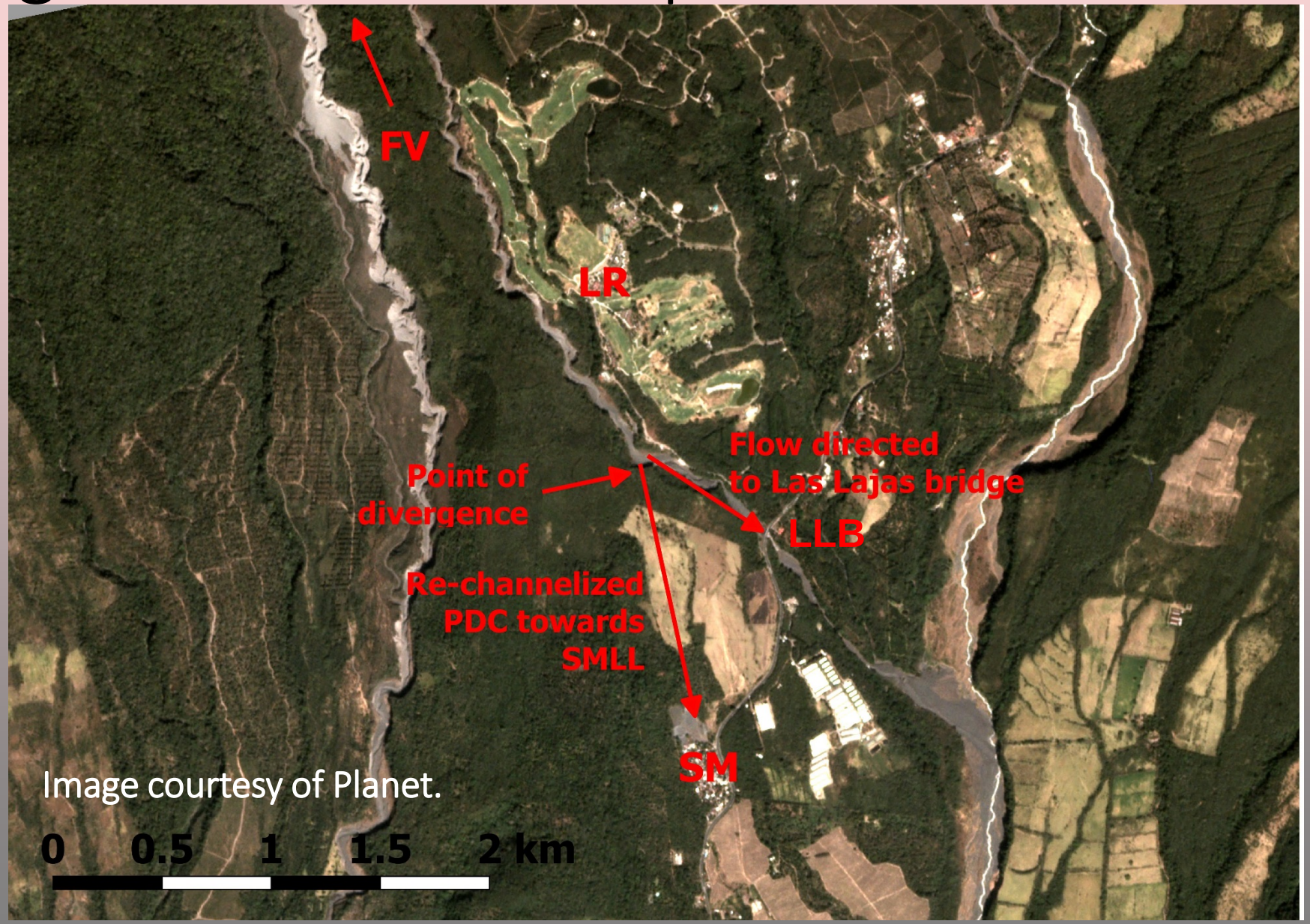
FV: Fuego volcano

LR: La Reunion

SM: San Miguel Los Lotes

LLB: Las Lajas bridge

PDCs generation and impact



FV: Fuego volcano

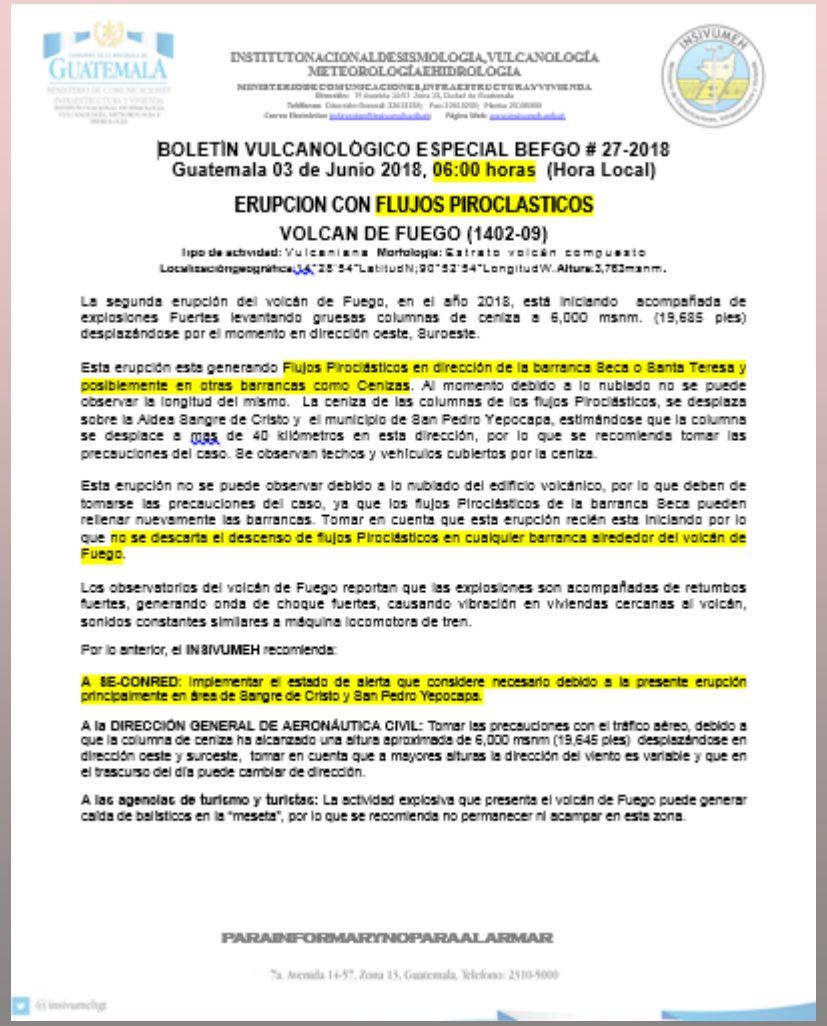
LR: La Reunion

SM: San Miguel Los Lotes

LLB: Las Lajas bridge

PDCs generation and impact

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

MINISTERIODECOMUNICACIONES,INFRAESTRUCTURAYVIVIENDA

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 27-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 06:00 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana **Morfología:** Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN;90°52'54"LongitudW. **Altura:** 3,763msnm.

La segunda erupción del volcán de Fuego, en el año 2018, está iniciando acompañada de explosiones Fuertes levantando gruesas columnas de ceniza a 6,000 msnm. (19,685 pies) desplazándose por el momento en dirección oeste, Suroeste.

Esta erupción esta generando Flujos Piroclásticos en dirección de la barranca Seca o Santa Teresa y posiblemente en otras barrancas como Cenizas. Al momento debido a lo nublado no se puede observar la longitud del mismo. La ceniza de las columnas de los flujos Piroclásticos, se desplaza sobre la Aldea Sangre de Cristo y el municipio de San Pedro Yepocapa, estimándose que la columna se desplace a mas de 40 kilómetros en esta dirección, por lo que se recomienda tomar las precauciones del caso. Se observan techos y vehículos cubiertos por la ceniza.

Esta erupción no se puede observar debido a lo nublado del edificio volcánico, por lo que deben de tomarse las precauciones del caso, ya que los flujos Piroclásticos de la barranca Seca pueden rellenar nuevamente las barrancas. Tomar en cuenta que esta erupción recién esta iniciando por lo que no se descarta el descenso de flujos Piroclásticos en cualquier barranca alrededor del volcán de Fuego.

Los observatorios del volcán de Fuego reportan que las explosiones son acompañadas de retumbos fuertes, generando onda de choque fuertes, causando vibración en viviendas cercanas al volcán, sonidos constantes similares a máquina locomotora de tren.

Por lo anterior, el **INSIVUMEH** recomienda:

A SE-CONRED: Implementar el estado de alerta que considere necesario debido a la presente erupción principalmente en áreas de Sangre de Cristo y San Pedro Yepocapa.

A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: Tomar las precauciones con el tráfico aéreo, debido a que la columna de ceniza ha alcanzado una altura aproximada de 6,000 msnm (19,645 pies) desplazándose en dirección oeste y suroeste, tomar en cuenta que a mayores alturas la dirección del viento es variable y que en el trascurso del día puede cambiar de dirección.

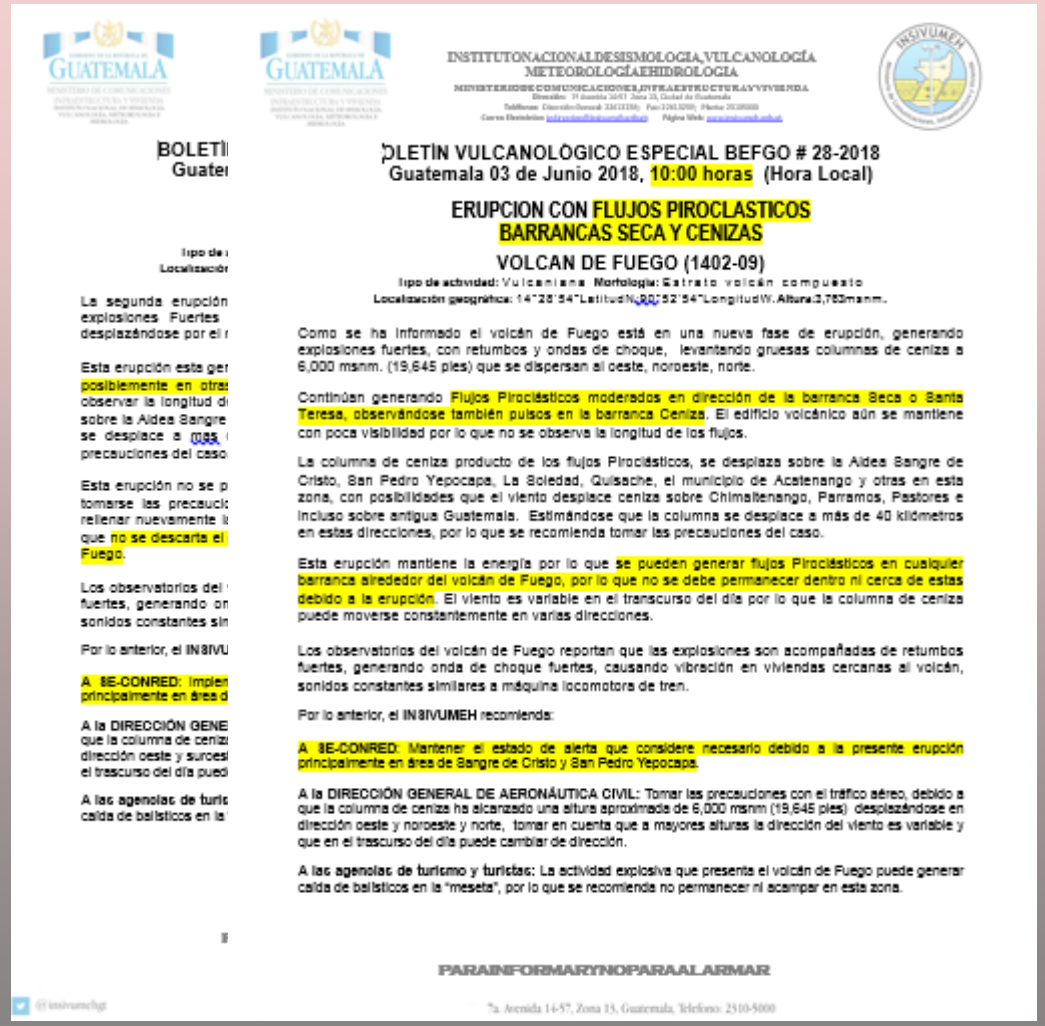
A las agencias de turismo y turistas: La actividad explosiva que presenta el volcán de Fuego puede generar caída de balísticos en la "meseta", por lo que se recomienda no permanecer ni acampar en esta zona.

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

7a. Avenida 14-57, Zona 13, Guatemala, Teléfono: 2310-5000

@insivumehgt

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

MINISTERIODECOMUNICACIONES,INFRAESTRUCTURAYVIVIENDA

BOLETÍ
Guate

La segunda erupción
explosiones Fuertes
desplazándose por el

Esta erupción esta ge
posiblemente en otra
observar la longitud d
sobre la Aldea Bangre
se desplace a mas
precauciones del caso

Esta erupción no se p
tomarse las precaucio
rellenar nuevamente l
que no se descarta el
Fuego.

Los observatorios del
fuertes, generando on
sonidos constantes sin

Por lo anterior, el INSIVU

A SE-CONRED: Implen
principalmente en área d

A la DIRECCIÓN GENE
que la columna de ceniz
dirección oeste y sureste
el trascurso del día pued

A las agenolas de turis
caída de balísticos en la

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 28-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 10:00 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS BARRANCAS SECA Y CENIZAS

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana **Morfología:** Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN,90°52'54"LongitudW. **Altura:**3,763msnm.

Como se ha informado el volcán de Fuego está en una nueva fase de erupción, generando explosiones fuertes, con retumbos y ondas de choque, levantando gruesas columnas de ceniza a 6,000 msnm. (19,645 pies) que se dispersan al oeste, noroeste, norte.

Continúan generando Flujos Piroclásticos moderados en dirección de la barranca Seca o Santa Teresa, observándose también pulsos en la barranca Ceniza. El edificio volcánico aún se mantiene con poca visibilidad por lo que no se observa la longitud de los flujos.

La columna de ceniza producto de los flujos Piroclásticos, se desplaza sobre la Aldea Bangre de Cristo, San Pedro Yepocapa, La Soledad, Quisache, el municipio de Acatenango y otras en esta zona, con posibilidades que el viento desplace ceniza sobre Chimaltenango, Parramos, Pastores e incluso sobre antigua Guatemala. Estimándose que la columna se desplace a más de 40 kilómetros en estas direcciones, por lo que se recomienda tomar las precauciones del caso.

Esta erupción mantiene la energía por lo que se pueden generar flujos Piroclásticos en cualquier barranca alrededor del volcán de Fuego, por lo que no se debe permanecer dentro ni cerca de estas debido a la erupción. El viento es variable en el transcurso del día por lo que la columna de ceniza puede moverse constantemente en varias direcciones.

Los observatorios del volcán de Fuego reportan que las explosiones son acompañadas de retumbos fuertes, generando onda de choque fuertes, causando vibración en viviendas cercanas al volcán, sonidos constantes similares a máquina locomotora de tren.

Por lo anterior, el **INSIVUMEH** recomienda:

A SE-CONRED: Mantener el estado de alerta que considere necesario debido a la presente erupción principalmente en área de Bangre de Cristo y San Pedro Yepocapa.

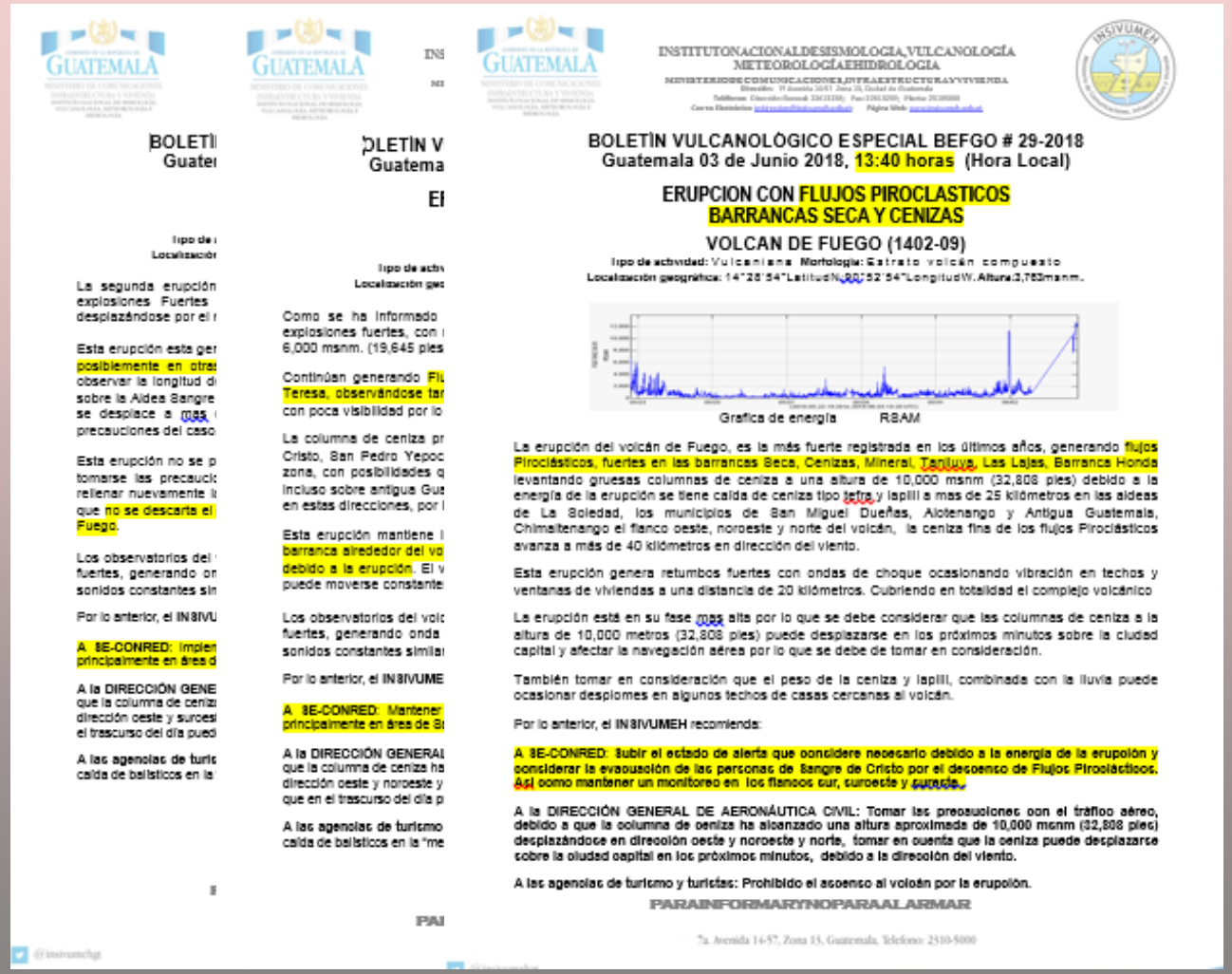
A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: Tomar las precauciones con el tráfico aéreo, debido a que la columna de ceniza ha alcanzado una altura aproximada de 6,000 msnm (19,645 pies) desplazándose en dirección oeste y noroeste y norte, tomar en cuenta que a mayores alturas la dirección del viento es variable y que en el trascurso del día puede cambiar de dirección.

A las agenolas de turismo y turistas: La actividad explosiva que presenta el volcán de Fuego puede generar caída de balísticos en la "meseta", por lo que se recomienda no permanecer ni acampar en esta zona.

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

7a. Avenida 14-57, Zona 13, Guatemala, Teléfono: 2510-5000

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

MINISTERIODECOMUNICACIONES,INFRAESTRUCTURAYVIVIENDA

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 29-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 13:40 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS
BARRANCAS SECA Y CENIZAS

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana Morfología: Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN,90°52'54"LongitudW. Altura:3,763msnm.

Grafica de energía RSAM

La erupción del volcán de Fuego, es la más fuerte registrada en los últimos años, generando flujos Piroclásticos, fuertes en las barrancas Seca, Cenizas, Mineral, Taniluya, Las Lajas, Barranca Honda levantando gruesas columnas de ceniza a una altura de 10,000 msnm (32,808 pies) debido a la energía de la erupción se tiene caída de ceniza tipo tefra y lapilli a mas de 25 kilómetros en las aldeas de La Soledad, los municipios de San Miguel Dueñas, Alotenango y Antigua Guatemala, Chimaltenango el flanco oeste, noroeste y norte del volcán, la ceniza fina de los flujos Piroclásticos avanza a más de 40 kilómetros en dirección del viento.

Esta erupción genera retumbos fuertes con ondas de choque ocasionando vibración en techos y ventanas de viviendas a una distancia de 20 kilómetros. Cubriendo en totalidad el complejo volcánico

La erupción está en su fase mas alta por lo que se debe considerar que las columnas de ceniza a la altura de 10,000 metros (32,808 pies) puede desplazarse en los próximos minutos sobre la ciudad capital y afectar la navegación aérea por lo que se debe de tomar en consideración.

También tomar en consideración que el peso de la ceniza y lapilli, combinada con la lluvia puede ocasionar desplomes en algunos techos de casas cercanas al volcán.

Por lo anterior, el INSIVUMEH recomienda:

A SE-CONRED: Subir el estado de alerta que considere necesario debido a la energía de la erupción y considerar la evacuación de las personas de Sangre de Cristo por el descenso de Flujos Piroclásticos. Así como mantener un monitoreo en los flancos sur, suroeste y suroeste.

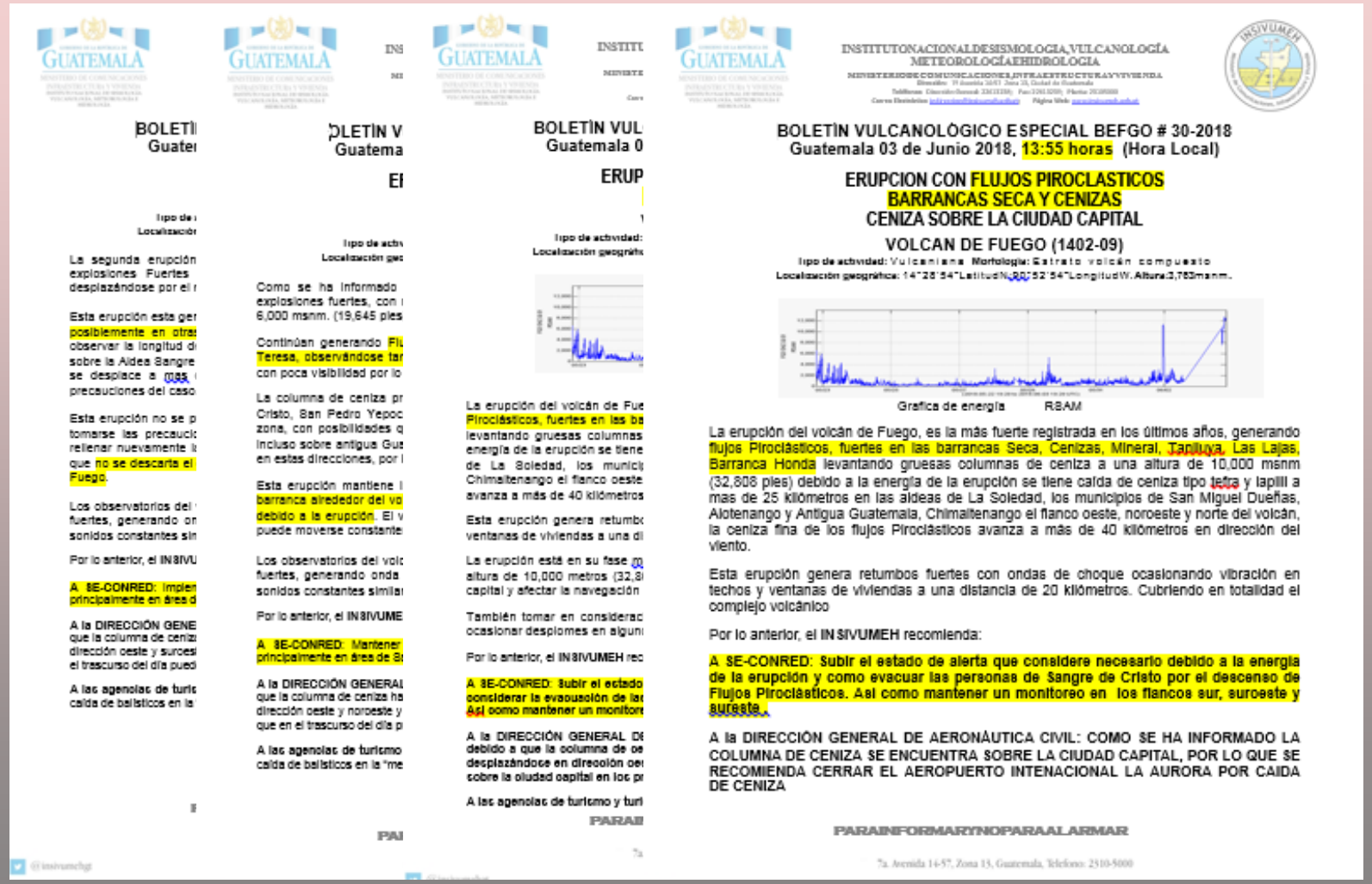
A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: Tomar las precauciones con el tráfico aéreo, debido a que la columna de ceniza ha alcanzado una altura aproximada de 10,000 msnm (32,808 pies) desplazándose en dirección oeste y noroeste y norte, tomar en cuenta que la ceniza puede desplazarse sobre la ciudad capital en los próximos minutos, debido a la dirección del viento.

A las agencias de turismo y turistas: Prohibido el ascenso al volcán por la erupción.

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

7a. Avenida 14-57, Zona 13, Guatemala, Teléfono: 2510-5000

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 30-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 13:55 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS
BARRANCAS SECA Y CENIZAS
CENIZA SOBRE LA CIUDAD CAPITAL

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana Morfología: Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN, 90°52'54"LongitudW. Altura:3,763msnm.

Grafica de energía RSAM

La erupción del volcán de Fuego, es la más fuerte registrada en los últimos años, generando flujos Piroclásticos, fuertes en las barrancas Seca, Cenizas, Mineral, Tanjuya, Las Lajas, Barranca Honda levantando gruesas columnas de ceniza a una altura de 10,000 msnm (32,808 pies) debido a la energía de la erupción se tiene caída de ceniza tipo tefra y lapilli a mas de 25 kilómetros en las aldeas de La Soledad, los municipios de San Miguel Dueñas, Alotenango y Antigua Guatemala, Chimaltenango el flanco oeste, noroeste y norte del volcán, la ceniza fina de los flujos Piroclásticos avanza a más de 40 kilómetros en dirección del viento.

Esta erupción genera retumbos fuertes con ondas de choque ocasionando vibración en techos y ventanas de viviendas a una distancia de 20 kilómetros. Cubriendo en totalidad el complejo volcánico

Por lo anterior, el INSIVUMEH recomienda:

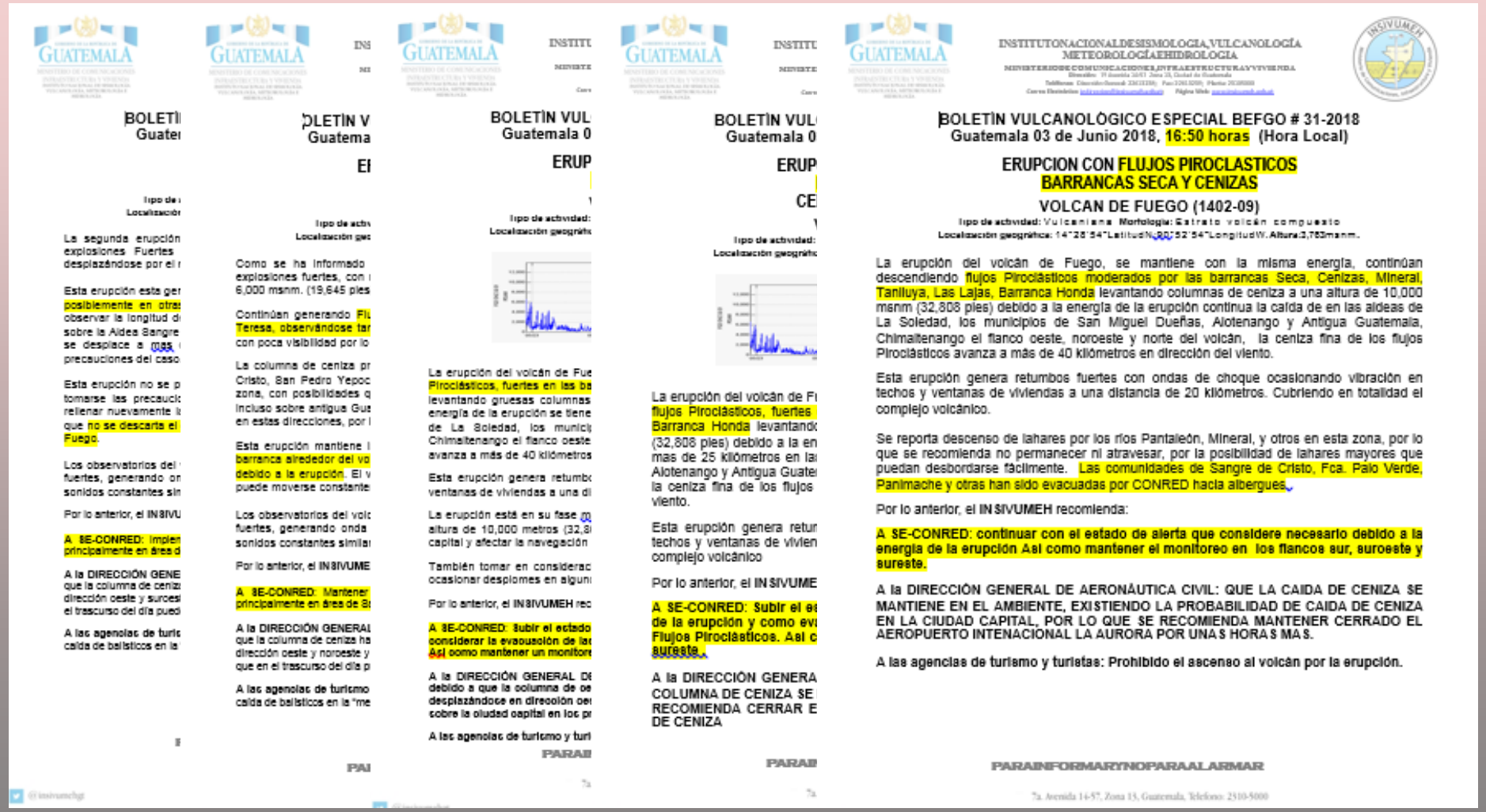
A SE-CONRED: Subir el estado de alerta que considere necesario debido a la energía de la erupción y como evacuar las personas de Sangre de Cristo por el descenso de Flujos Piroclásticos. Así como mantener un monitoreo en los flancos sur, suroeste y sureste.

A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: COMO SE HA INFORMADO LA COLUMNA DE CENIZA SE ENCUENTRA SOBRE LA CIUDAD CAPITAL, POR LO QUE SE RECOMIENDA CERRAR EL AEROPUERTO INTENACIONAL LA AURORA POR CAIDA DE CENIZA

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

7a. Avenida 14-57, Zona 13, Guatemala, Teléfono: 2510-9500

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

MINISTERIODECOMUNICACIONES,INFRAESTRUCTURAYVIVIENDA

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 31-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 16:50 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS
BARRANCAS SECA Y CENIZAS

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana Morfología: Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN,90°52'54"LongitudW.Altura:3,763msnm.

La erupción del volcán de Fuego, se mantiene con la misma energía, continúan descendiendo flujos Piroclásticos moderados por las barrancas Seca, Cenizas, Mineral, Taniluya, Las Lajas, Barranca Honda levantando columnas de ceniza a una altura de 10,000 msnm (32,808 pies) debido a la energía de la erupción continua la caída de en las aldeas de La Soledad, los municipios de San Miguel Dueñas, Alotenango y Antigua Guatemala, Chimaltenango el flanco oeste, noroeste y norte del volcán, la ceniza fina de los flujos Piroclásticos avanza a más de 40 kilómetros en dirección del viento.

Esta erupción genera retumbos fuertes con ondas de choque ocasionando vibración en techos y ventanas de viviendas a una distancia de 20 kilómetros. Cubriendo en totalidad el complejo volcánico.

Se reporta descenso de lahares por los ríos Pantaleón, Mineral, y otros en esta zona, por lo que se recomienda no permanecer ni atravesar, por la posibilidad de lahares mayores que puedan desbordarse fácilmente. Las comunidades de Sangre de Cristo, Fca. Palo Verde, Panimache y otras han sido evacuadas por CONRED hacia albergues.

Por lo anterior, el INSIVUMEH recomienda:

A SE-CONRED: continuar con el estado de alerta que considere necesario debido a la energía de la erupción Así como mantener el monitoreo en los flancos sur, suroeste y sureste.

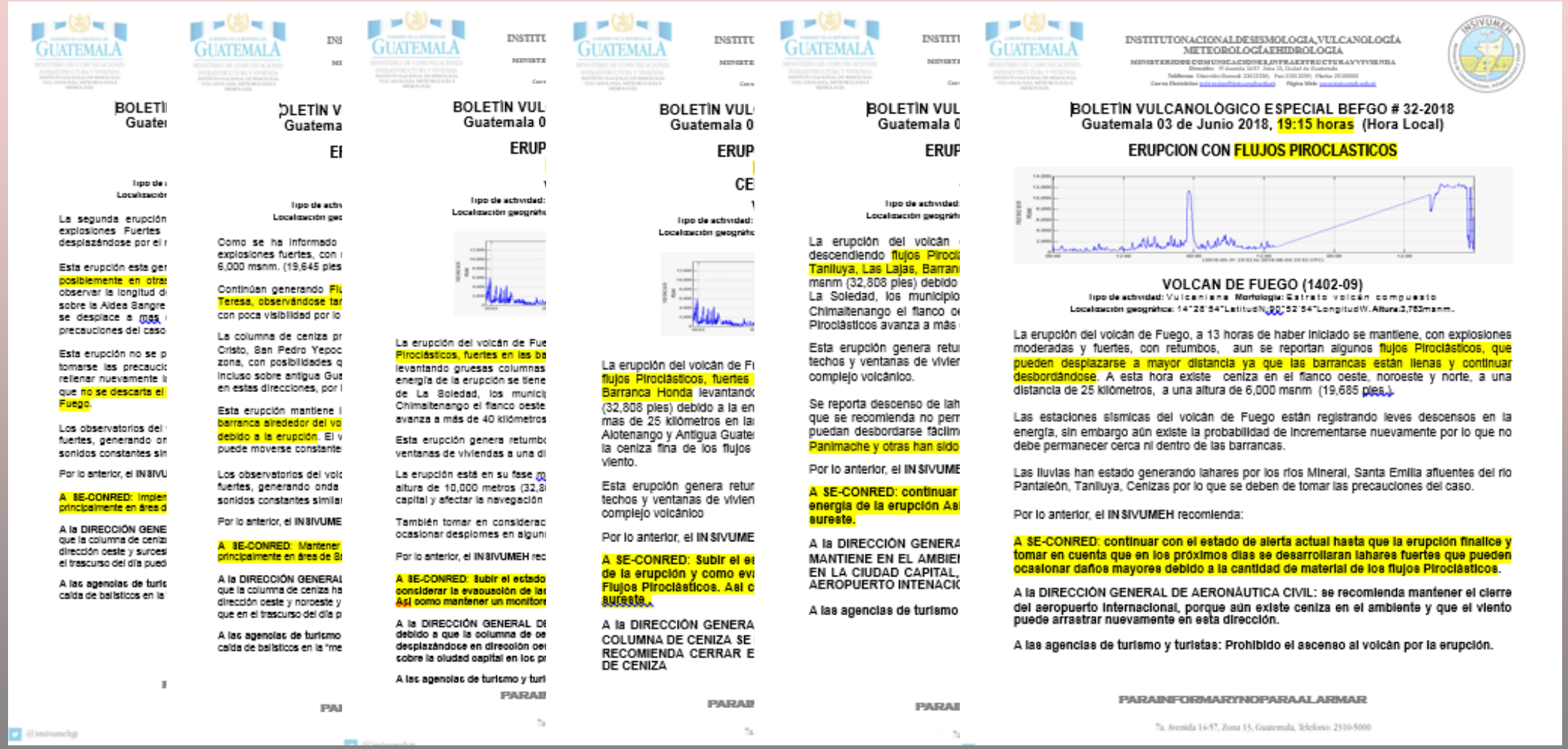
A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: QUE LA CAIDA DE CENIZA SE MANTIENE EN EL AMBIENTE, EXISTIENDO LA PROBABILIDAD DE CAIDA DE CENIZA EN LA CIUDAD CAPITAL, POR LO QUE SE RECOMIENDA MANTENER CERRADO EL AEROPUERTO INTENACIONAL LA AURORA POR UNAS HORAS MAS.

A las agencias de turismo y turistas: Prohibido el ascenso al volcán por la erupción.

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

7a Avenida 14-57, Zona 13, Guatemala, Teléfonos: 2510-5000

Monitoring and warning during the crisis



INSTITUTONACIONALDESISMOLOGIA,VULCANOLOGÍA METEOROLOGÍAEHIDROLOGIA

BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 32-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 19:15 horas (Hora Local)

ERUPCION CON FLUJOS PIROCLASTICOS

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)

Tipo de actividad: Vulcaniana Morfología: Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN,90°52'54"LongitudW.Altura:3,763msnm.

La erupción del volcán de Fuego, a 13 horas de haber iniciado se mantiene, con explosiones moderadas y fuertes, con retumbos, aun se reportan algunos flujos Piroclásticos, que pueden desplazarse a mayor distancia ya que las barrancas están llenas y continuar desbordándose. A esta hora existe ceniza en el flanco oeste, noroeste y norte, a una distancia de 25 kilómetros, a una altura de 6,000 msnm (19,685 pies.).

Las estaciones sísmicas del volcán de Fuego están registrando leves descensos en la energía, sin embargo aún existe la probabilidad de incrementarse nuevamente por lo que no debe permanecer cerca ni dentro de las barrancas.

Las lluvias han estado generando lahares por los ríos Mineral, Santa Emilia afluentes del río Pantaleón, Taniluya, Cenizas por lo que se deben de tomar las precauciones del caso.

Por lo anterior, el INSIVUMEH recomienda:

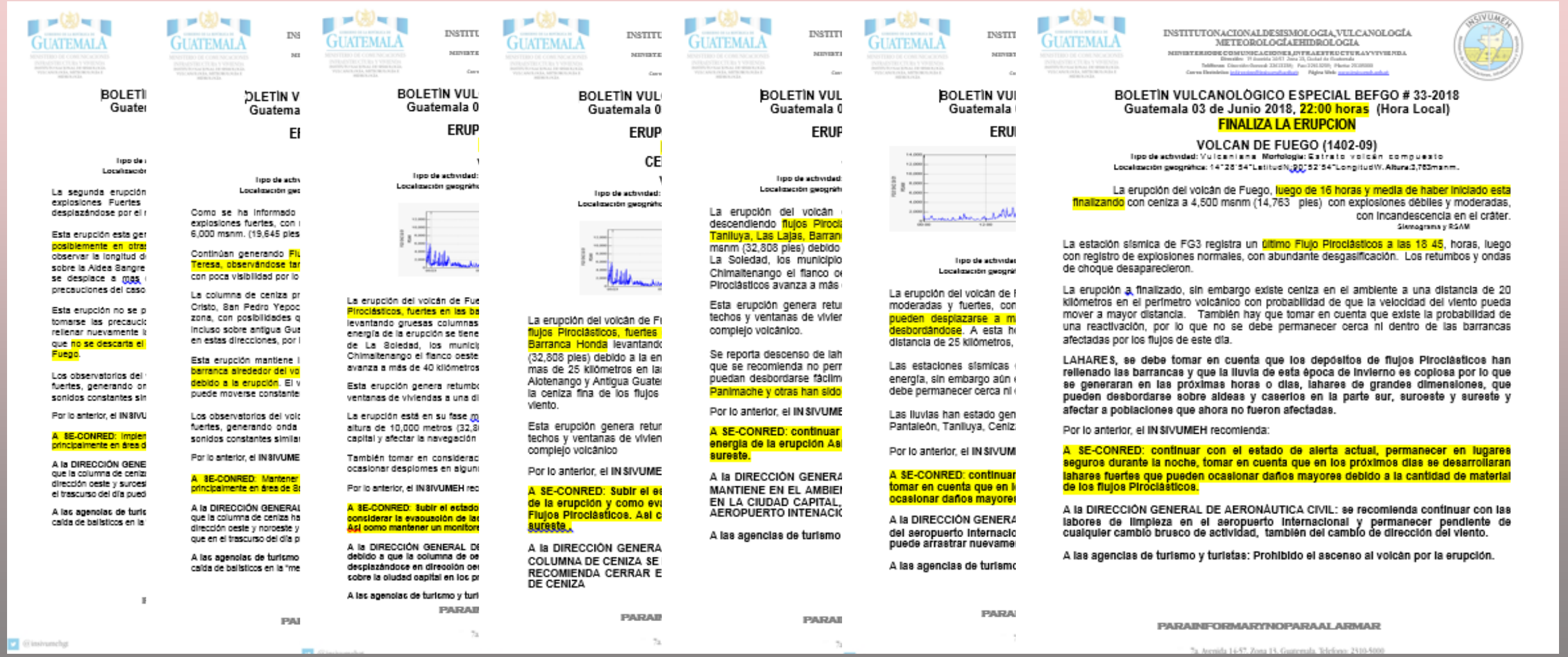
A SE-CONRED: continuar con el estado de alerta actual hasta que la erupción finalice y tomar en cuenta que en los próximos días se desarrollaran lahares fuertes que pueden ocasionar daños mayores debido a la cantidad de material de los flujos Piroclásticos.

A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: se recomienda mantener el cierre del aeropuerto Internacional, porque aún existe ceniza en el ambiente y que el viento puede arrastrar nuevamente en esta dirección.

A las agencias de turismo y turistas: Prohibido el ascenso al volcán por la erupción.

PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

Monitoring and warning during the crisis



BOLETÍN VULCANOLÓGICO ESPECIAL BEFGO # 33-2018
Guatemala 03 de Junio 2018, 22:00 horas (Hora Local)
FINALIZA LA ERUPCION

VOLCAN DE FUEGO (1402-09)
Tipo de actividad: Vulcaniana Morfología: Estrato volcán compuesto
Localización geográfica: 14°28'54"LatitudN; 90°52'54"LongitudW. Altura:3,763msnm.

La erupción del volcán de Fuego, luego de 16 horas y media de haber iniciado esta finalizando con ceniza a 4,500 msnm (14,763 pies) con explosiones débiles y moderadas, con incandescencia en el cráter.
Sismograma y RSAM

La estación sísmica de FG3 registra un último Flujo Piroclásticos a las 18 45, horas, luego con registro de explosiones normales, con abundante desgasificación. Los retumbos y ondas de choque desaparecieron.

La erupción a finalizado, sin embargo existe ceniza en el ambiente a una distancia de 20 kilómetros en el perímetro volcánico con probabilidad de que la velocidad del viento pueda mover a mayor distancia. También hay que tomar en cuenta que existe la probabilidad de una reactivación, por lo que no se debe permanecer cerca ni dentro de las barrancas afectadas por los flujos de este día.

LAHARES, se debe tomar en cuenta que los depósitos de flujos Piroclásticos han rellenado las barrancas y que la lluvia de esta época de invierno es copiosa por lo que se generaran en las próximas horas o días, lahares de grandes dimensiones, que pueden desbordarse sobre aldeas y caseríos en la parte sur, suroeste y sureste y afectar a poblaciones que ahora no fueron afectadas.

Por lo anterior, el INSIVUMEH recomienda:

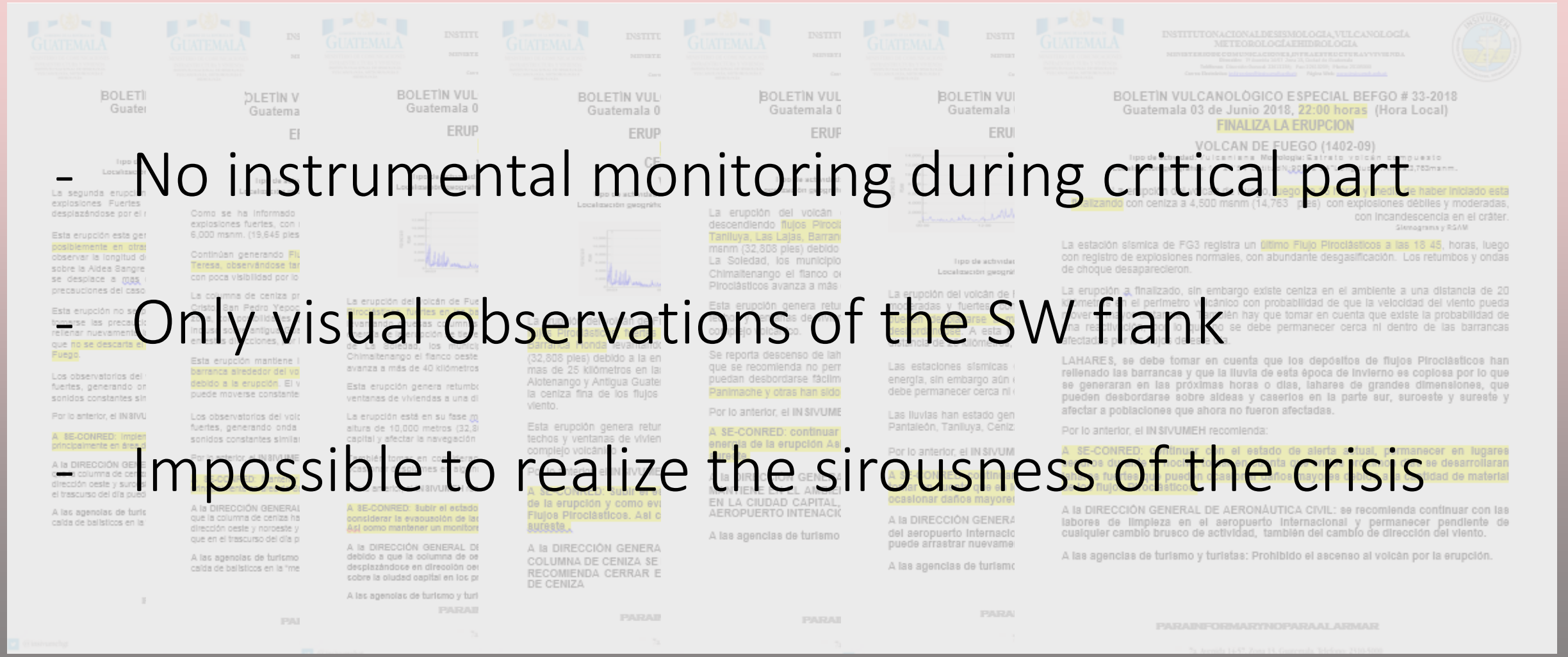
A SE-CONRED: continuar con el estado de alerta actual, permanecer en lugares seguros durante la noche, tomar en cuenta que en los próximos días se desarrollaran lahares fuertes que pueden ocasionar daños mayores debido a la cantidad de material de los flujos Piroclásticos.

A la DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL: se recomienda continuar con las labores de limpieza en el aeropuerto Internacional y permanecer pendiente de cualquier cambio brusco de actividad, también del cambio de dirección del viento.

A las agencias de turismo y turistas: Prohibido el ascenso al volcán por la erupción.

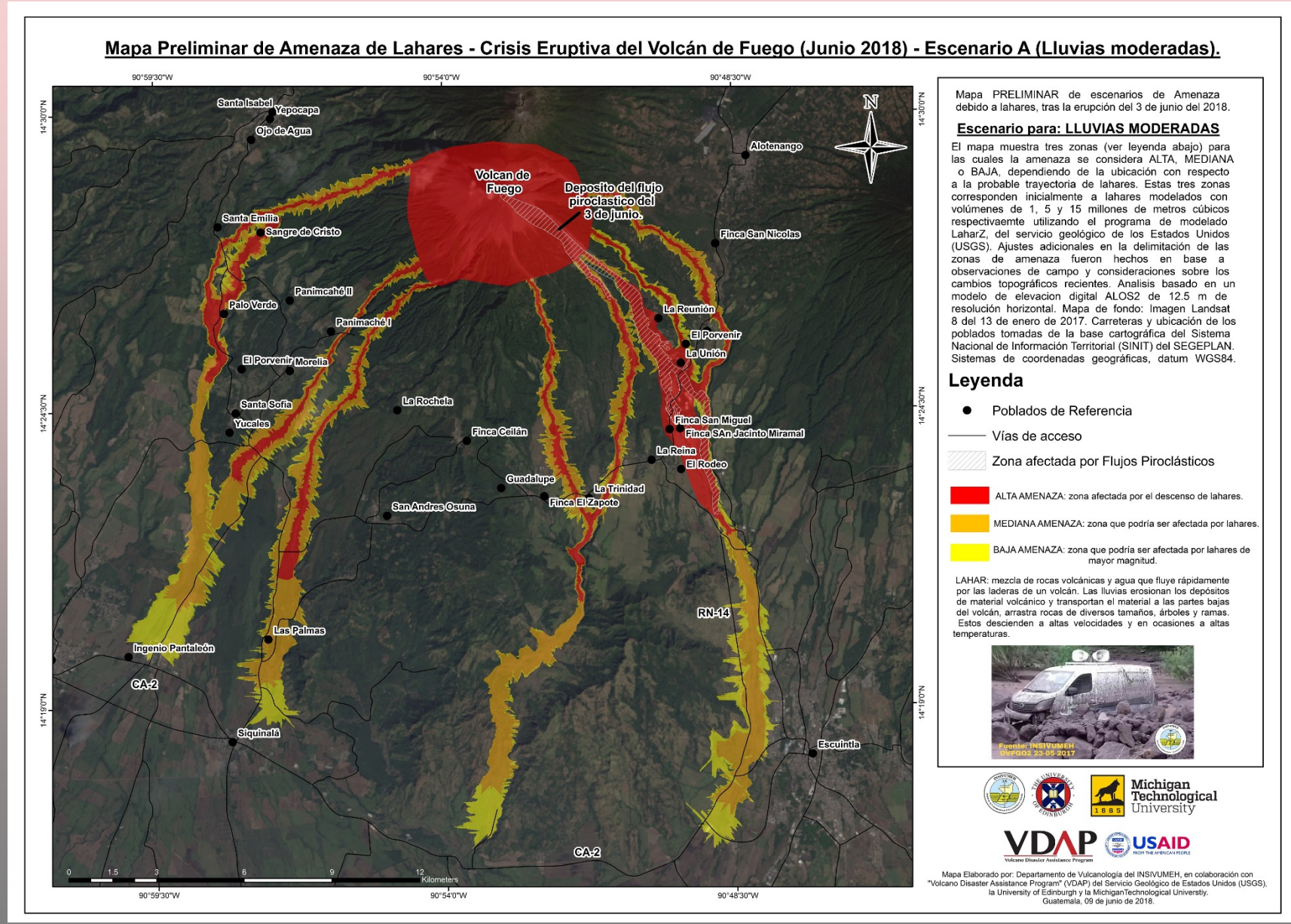
PARAINFORMARYNOPARAALARMAR

Monitoring and warning during the crisis



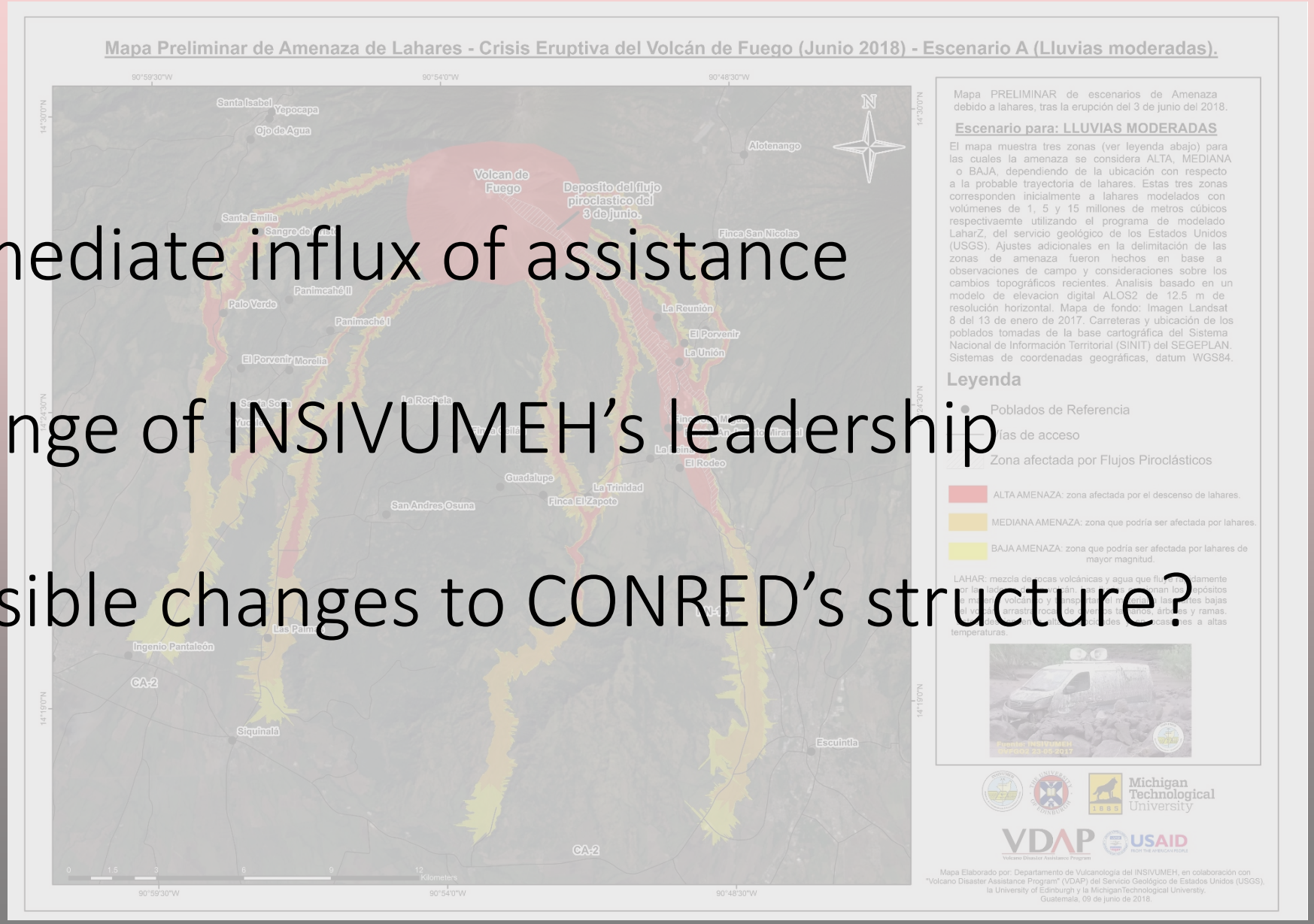
- No instrumental monitoring during critical part
- Only visual observations of the SW flank
- Impossible to realize the sirousness of the crisis

Institutional change in response to the crisis:



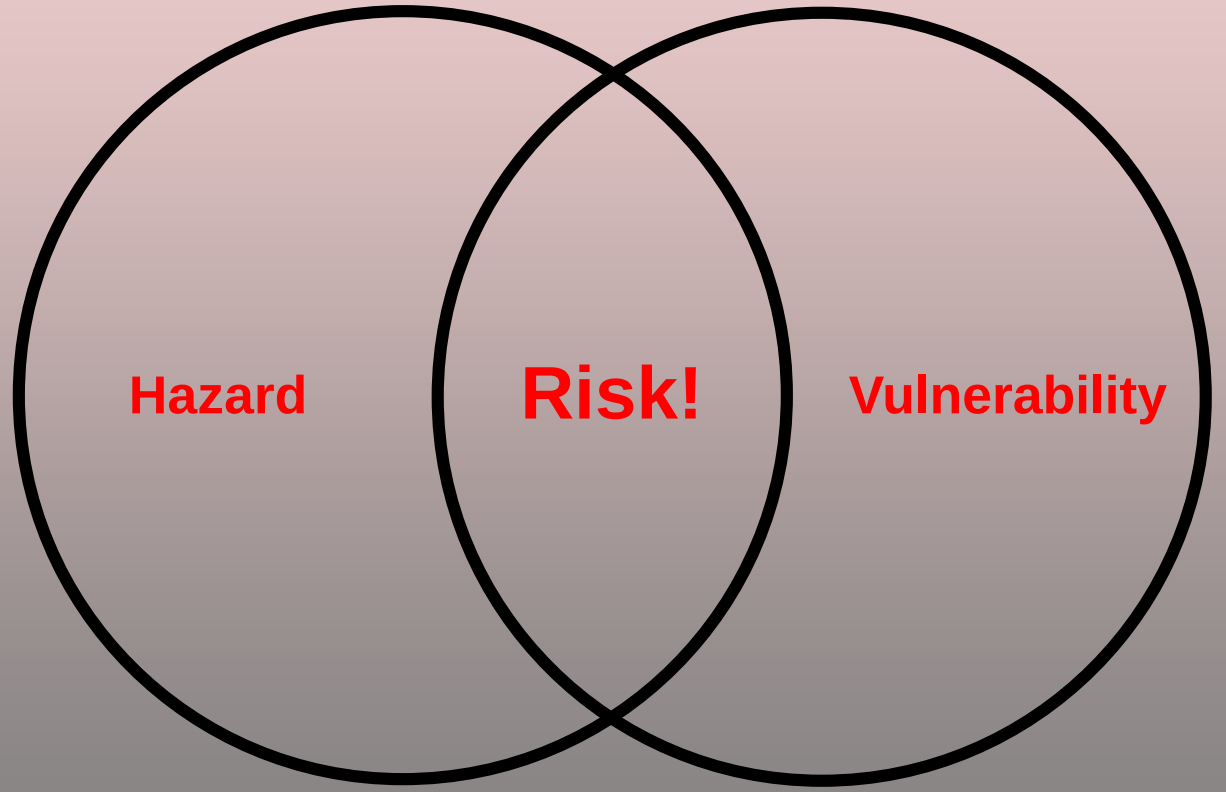
Institutional change in response to the crisis:

- Immediate influx of assistance
- Change of INSIVUMEH's leadership
- Possible changes to CONRED's structure?



But what needs to change?

Understanding and reducing vulnerability!

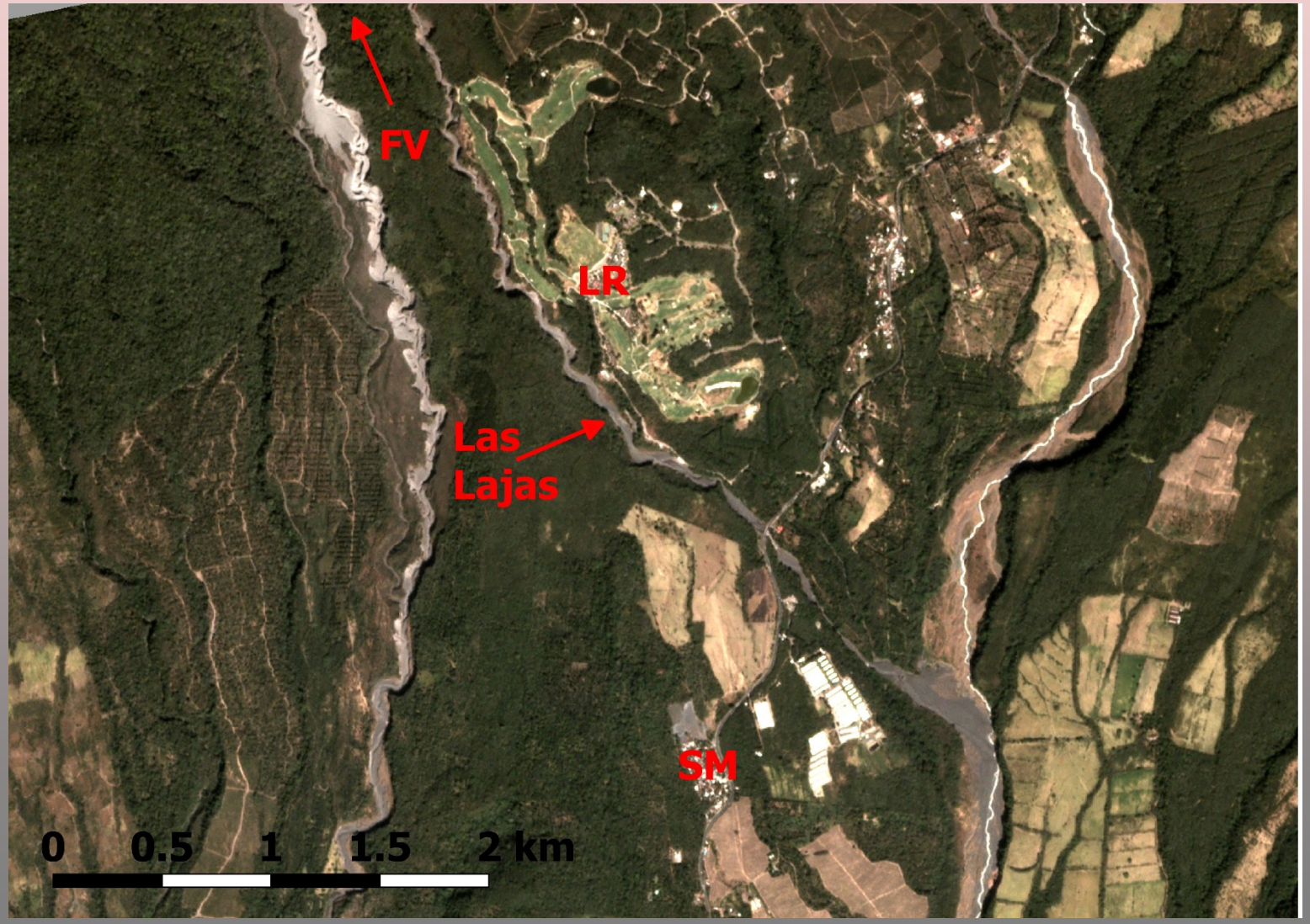


But what needs to change?

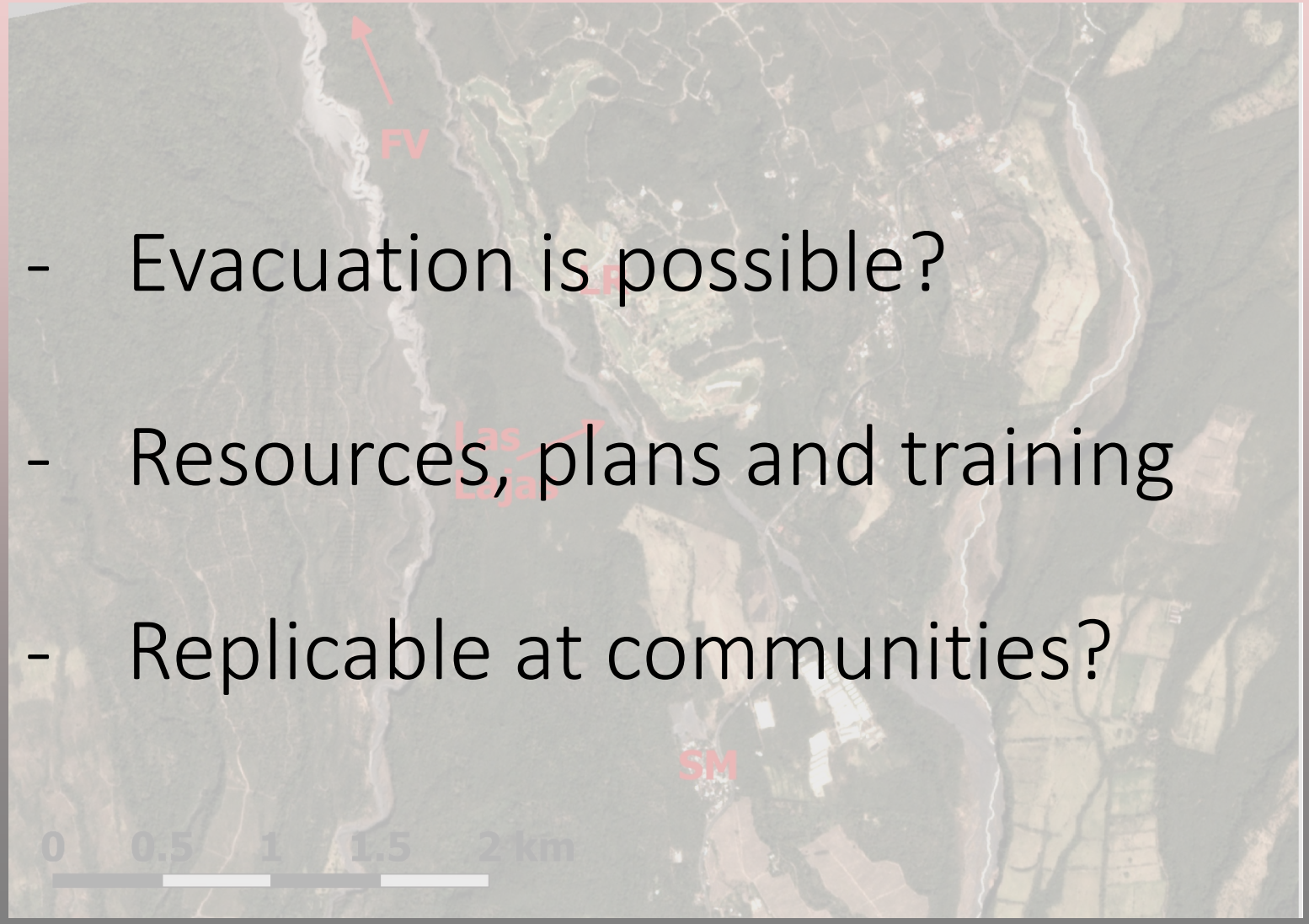
Understanding and reducing vulnerability!

- Vulnerability at all levels
- Institutional
- At the community level!

A tale of two towns: La Reunion and San Miguel Los Lotes



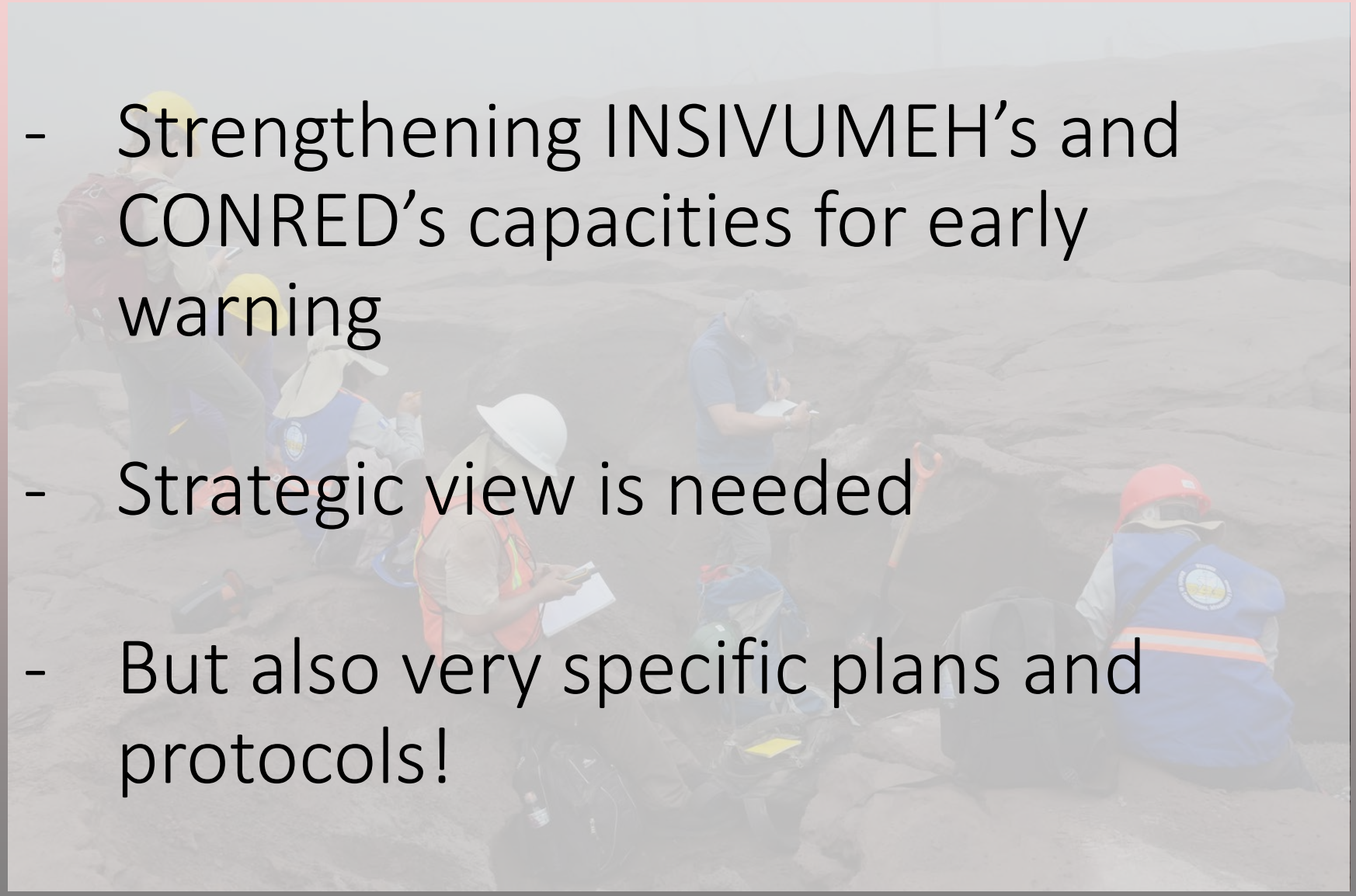
A tale of two towns: La Reunion and San Miguel Los Lotes



- Evacuation is possible?
- Resources, plans and training
- Replicable at communities?

Looking into the future:

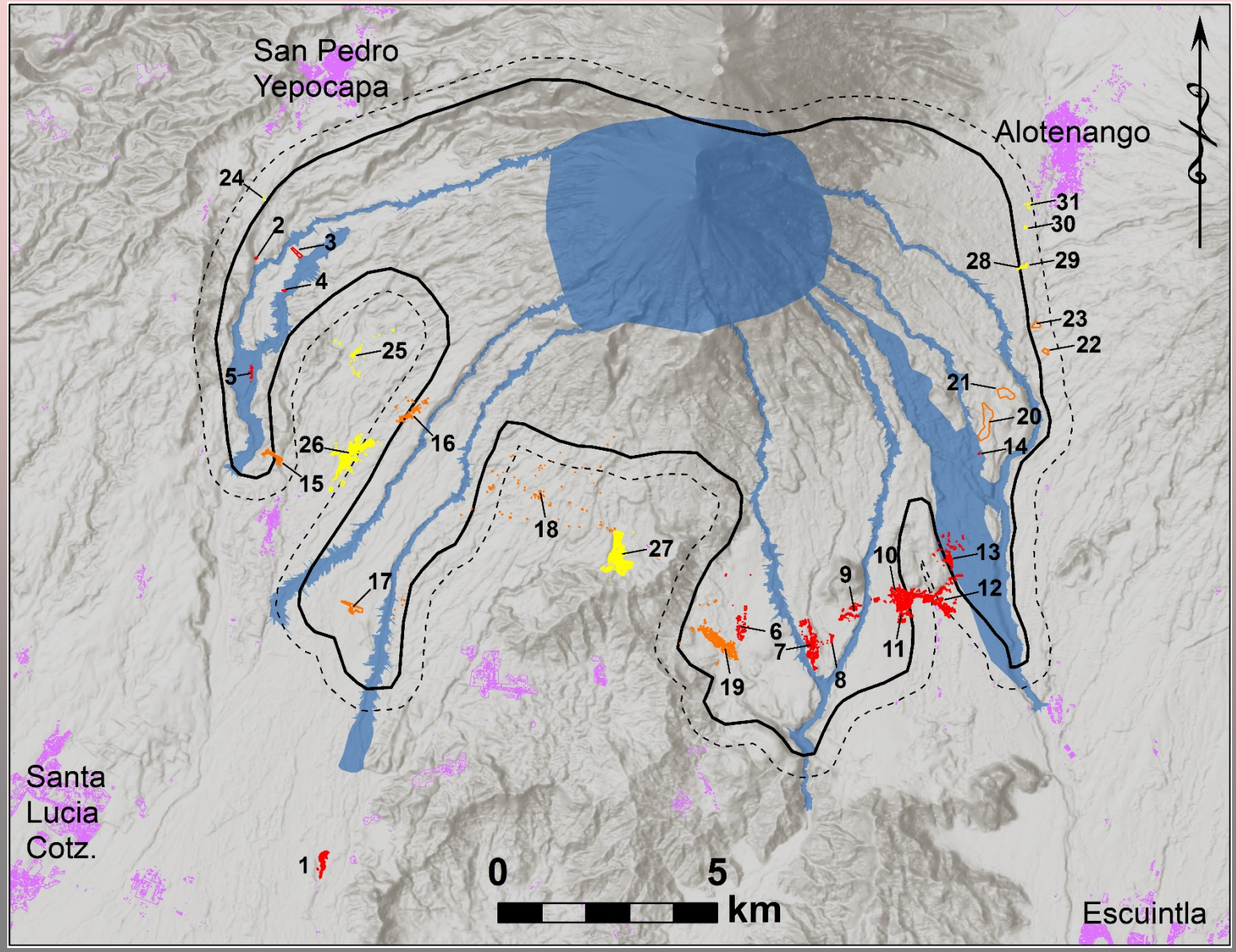
Looking into the future:



- Strengthening INSIVUMEH's and CONRED's capacities for early warning
- Strategic view is needed
- But also very specific plans and protocols!

Vulnerability reduction at the community level!

Long term solutions: relocation of population…



Challenges and hope!