



Protegiendo El Salvador Fortaleciendo Nuestra Resiliencia Sísmica

Serie de Talleres

PROTEGIENDO EL SALVADOR: FORTALECIENDO NUESTRA RESILIENCIA SÍSMICA

Martes 21 de Enero 2025, BINAES San Salvador



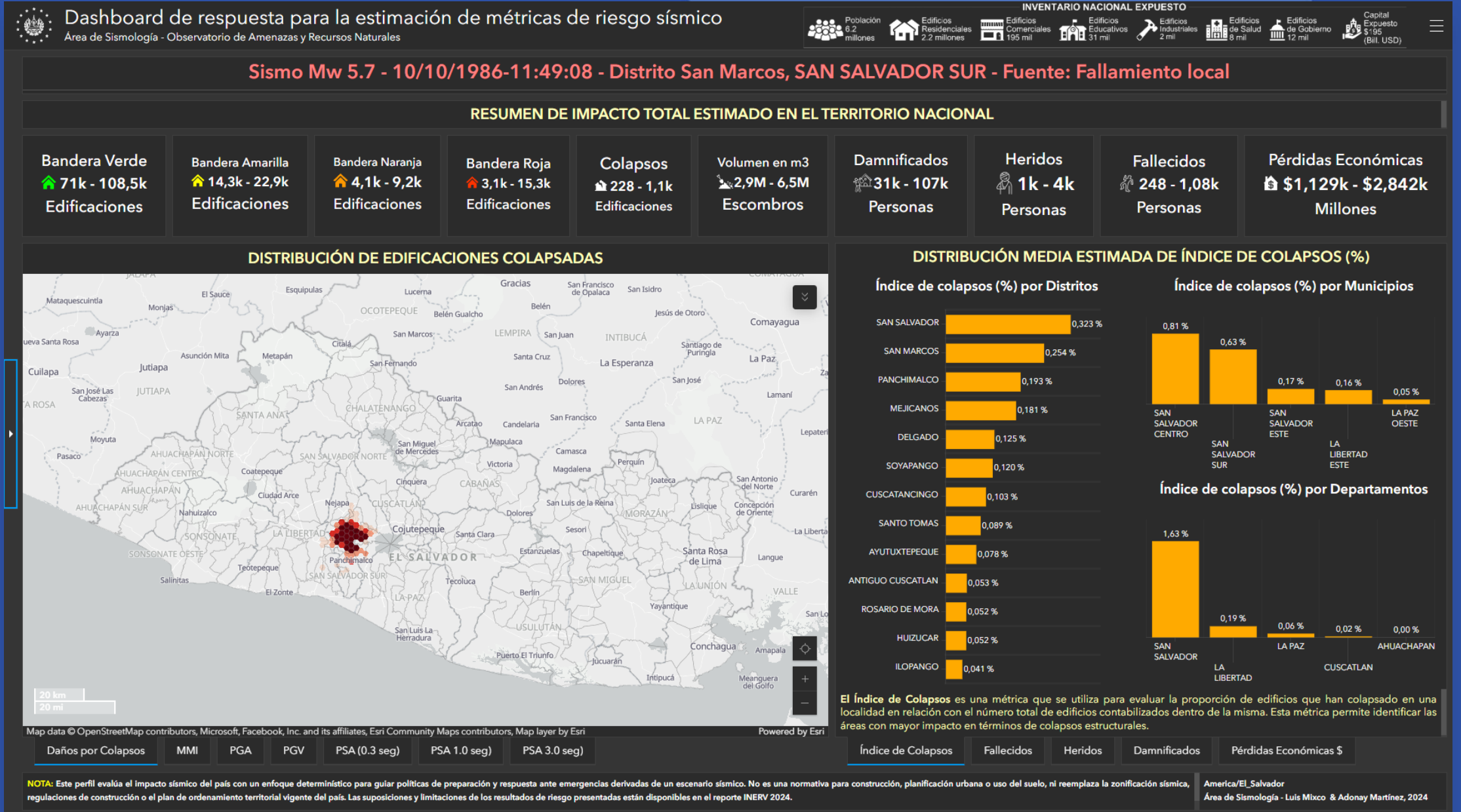
MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

Dashboard para evaluación rápida de pérdidas después de un sismo considerable.

Martes 21 de Enero 2025, BINAES San Salvador

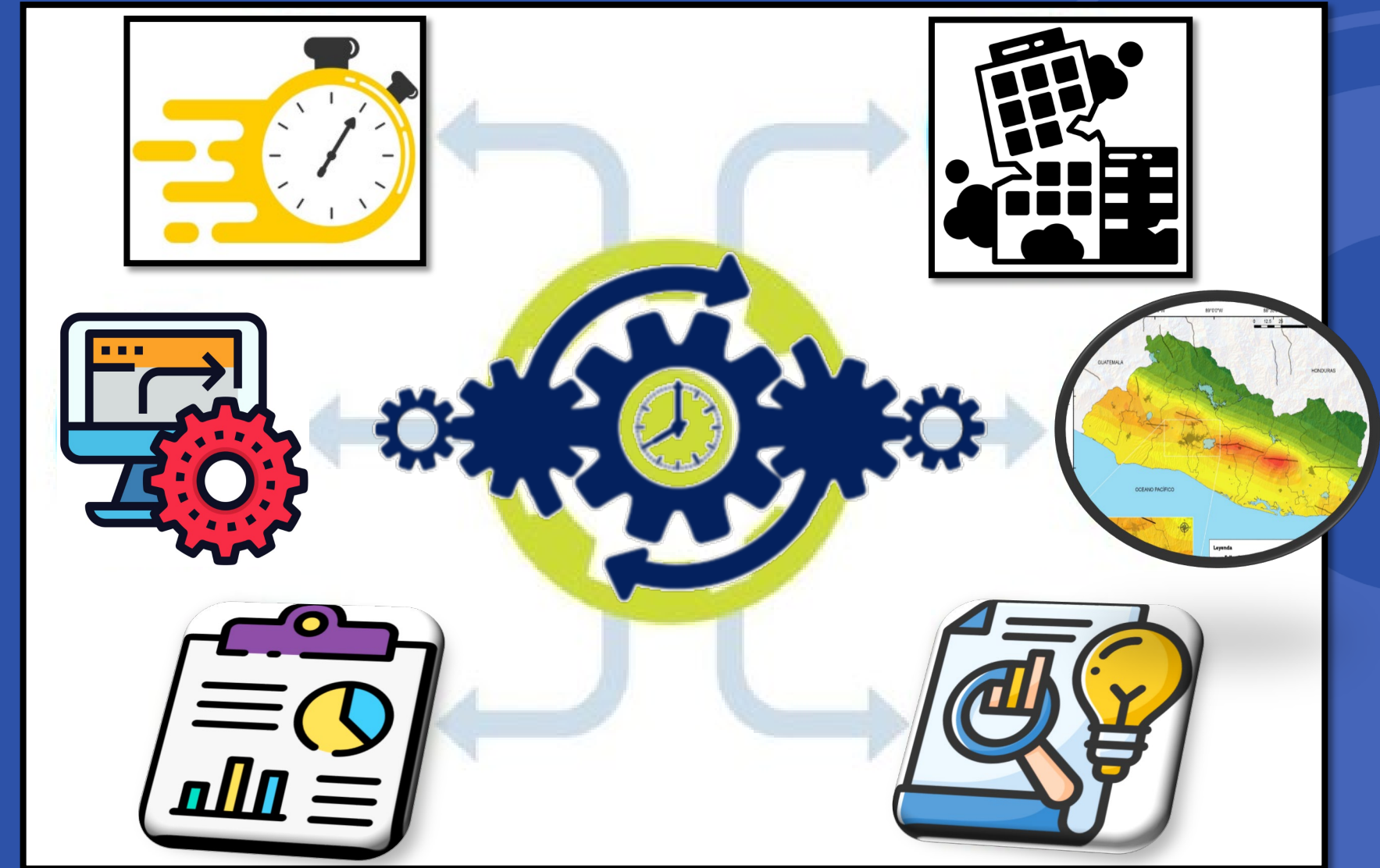


MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE



Componentes Clave del Dashboard

- ❑ **Evaluación Rápida de Pérdidas (*Rapid Loss Assessment*):**
Herramienta clave para respuestas inmediatas a desastres.
- ❑ **Automatización y Procedimientos:**
Implementación de herramientas del Global Earthquake Model (GEM) para estimar impactos preliminares.
- ❑ **Resultados Inmediatos:**
Estimaciones de colapsos, pérdidas económicas y humanas tras un sismo fuerte, complementadas con ShakeMap.



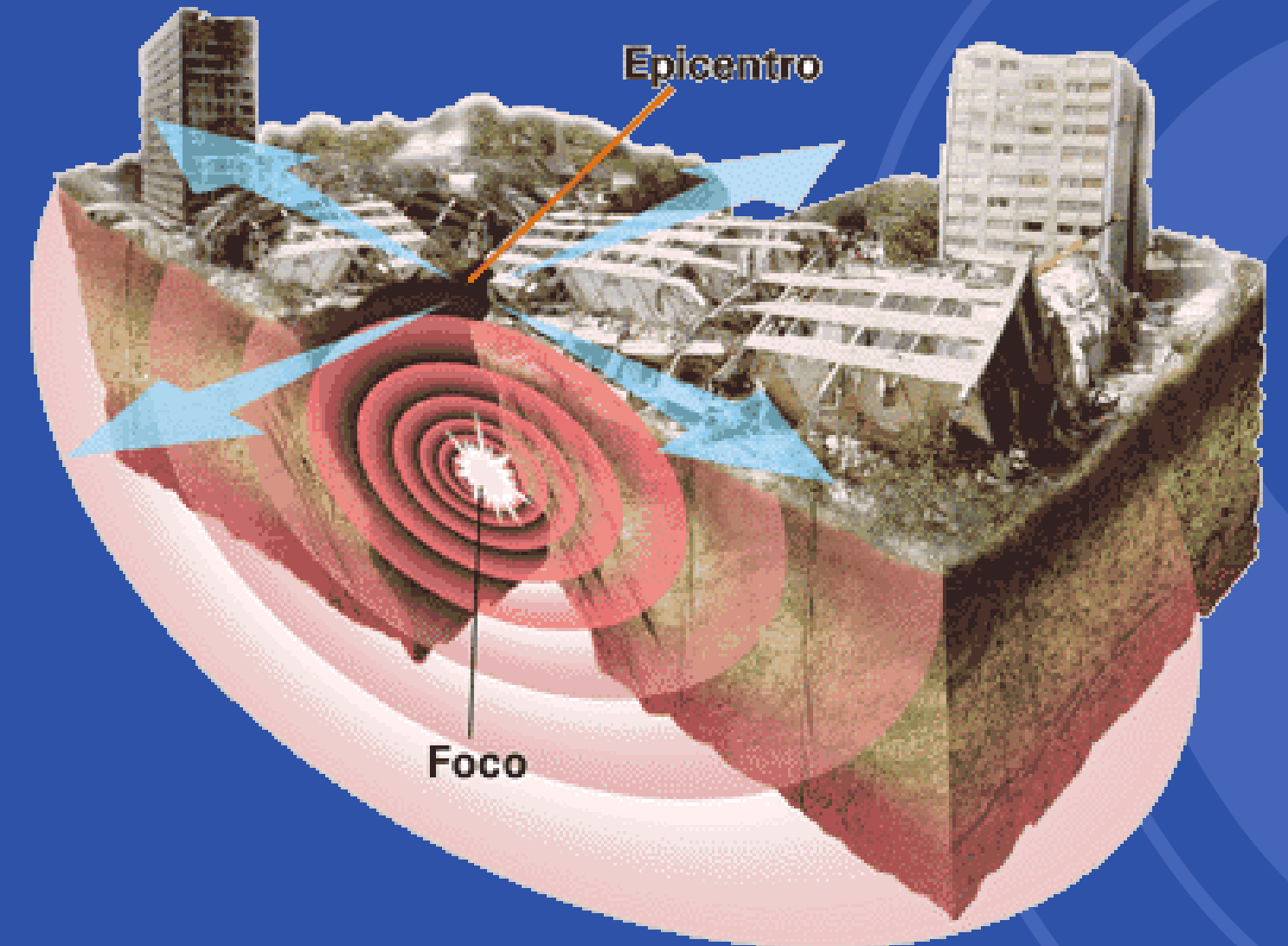
Objetivos del Dashboard



- ❑ Apoyar a instituciones como Protección Civil y otras entidades estatales en la gestión de emergencias, **facilitando decisiones rápidas y efectivas tras un sismo significativo.**
- ❑ Proveer estimaciones nacionales sobre el **riesgo sísmico**, abarcando colapsos estructurales y afectaciones poblacionales en diversos sectores.

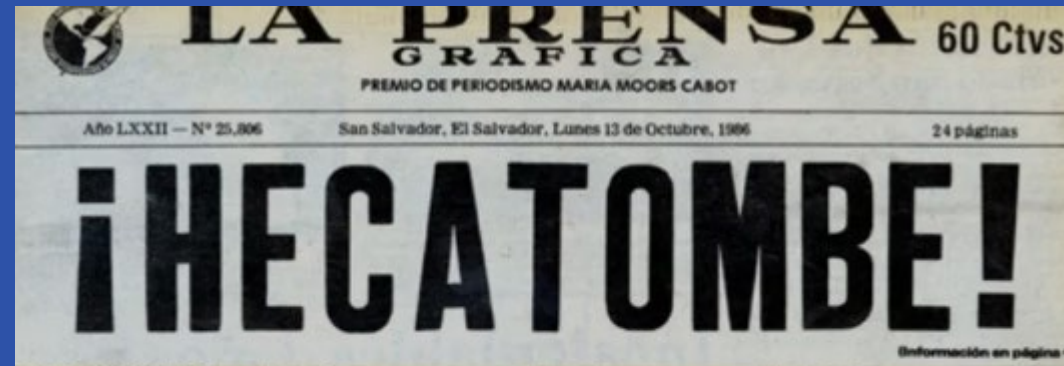
Enfoque de análisis del Dashboard

- ❑ **Enfoque del análisis:** Impacto directo por agitación del terreno producido por el sismo.
- ❑ **Exclusiones:** Impacto de fenómenos secundarios (deslizamiento de taludes, licuefacción de suelos, tsunamis) y pérdidas económicas indirectas (clausura de comercios, manufacturas, servicios educativos y de salud).



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

Recordemos el evento del 10/10/1986



Terremoto en cifras

THE SAN SALVADOR EARTHQUAKE OF 10 OCTOBER 1986

A FIELD REPORT BY EEFIT

S. R. Ledbetter, B.Sc., Ph.D., C.Eng., MICE.
Department of Building Engineering, University of Bath.

J.J. Bommer, B.Sc., M.Sc., D.I.C. Rendel Palmer & Tritton.
(Now at Department of Civil Engineering,
Imperial College, London).

The damage to the city's housing left as many as 300,000 people homeless. Some immediately set about repairing or rebuilding their homes, but many were reluctant to rebuild their homes on the same unsuitable terrain. Large numbers

Housing in the wealthier parts of the city did not generally suffer great damage, being of one or two storeys and of sound construction. The Ministry of Planning (MINPLAN) reported that 23,000 houses were destroyed by the earthquake, and 30,000 more were badly damaged. The majority of these houses were situated in

The total economic cost of the earthquake, including lost production, has been estimated at US\$ 1.5-2.0 billion, about 10% of which was insured. For a poor country like El Salvador, this represents an enormous loss, and it comes on top of

The death toll from the earthquake, which will probably never be known exactly, was about 1,500, although there can be little doubt that had the earthquake occurred during the night, rather than at midday when most people were outside,

Recordemos el evento del 10/10/1986

□ Si este terremoto ocurriera de nuevo este mismo día, está es la información que actualmente emitiríamos

11:44

Alerta de Sismo
Ministerio de Medio Ambiente

RESUMEN

Magnitud **5.7** Profundidad **8 km**

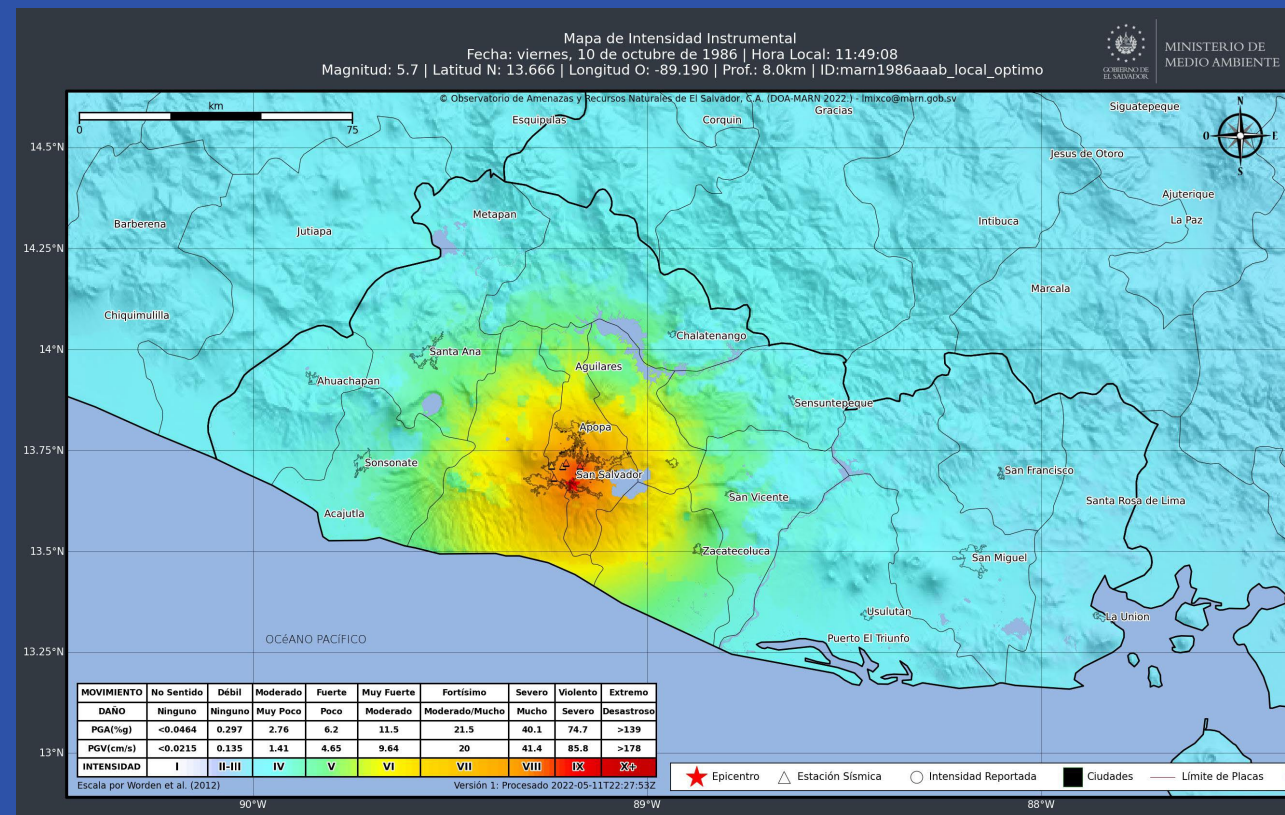
Ubicación
Distrito San Marcos, SAN SALVADOR SUR

Guatemala
INTENSIDAD ESTIMADA en San Salvador
IX. Violento

San Salvador El Salvador

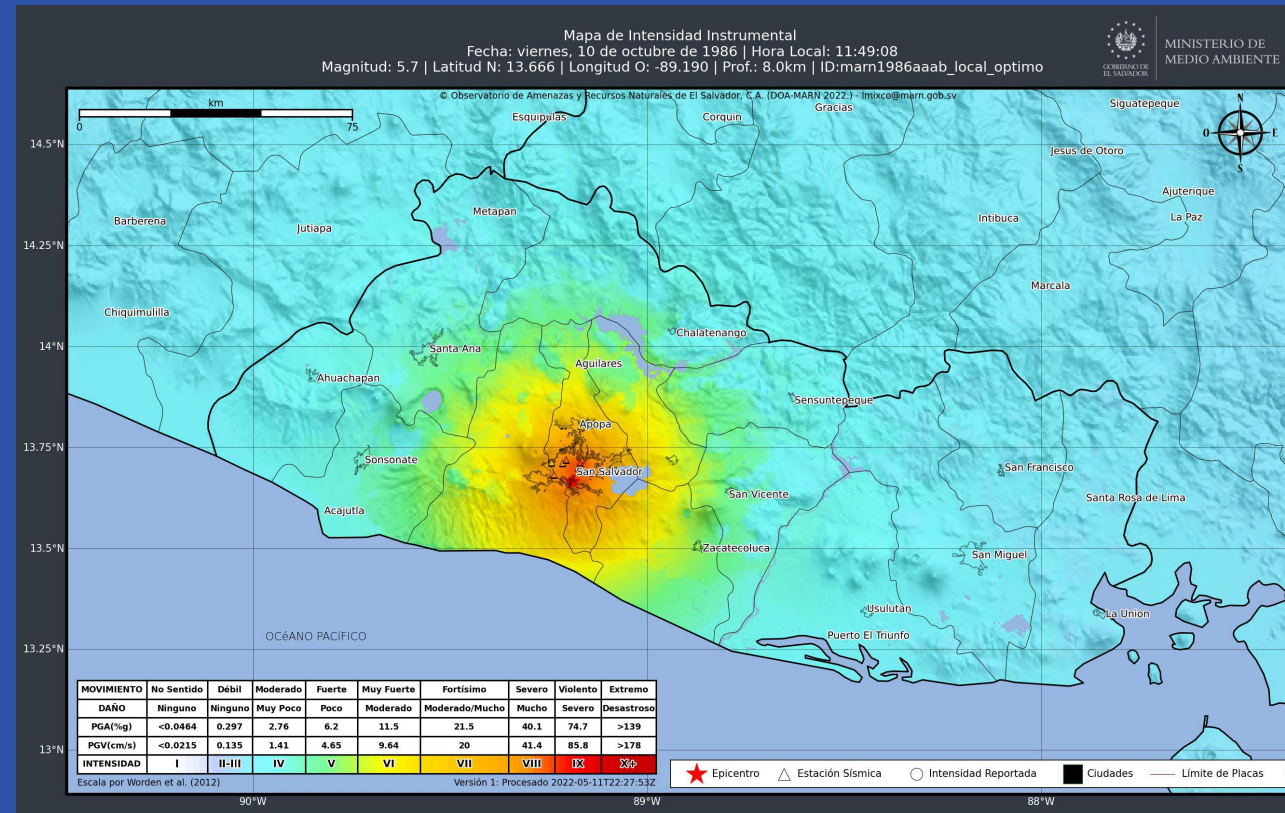
Ocurrido hace 1 minutos, 23 segundos

Fecha y Hora	2024-04-12 11:42:42 (Local)
Latitud	12.94
Longitud	-89.03
Agencia	MARN
Tipo de Mensaje	Notificación Rápida
Estado	Automático



Recordemos el evento del 10/10/1986

- Si este terremoto ocurriera de nuevo este mismo día, esta es la información que actualmente emitiríamos



¿Cuántas edificaciones se destruirían si ocurriera hoy el sismo de 1986?

0 ✖ 10 mil

0 ✔ entre 20 y 60 mil

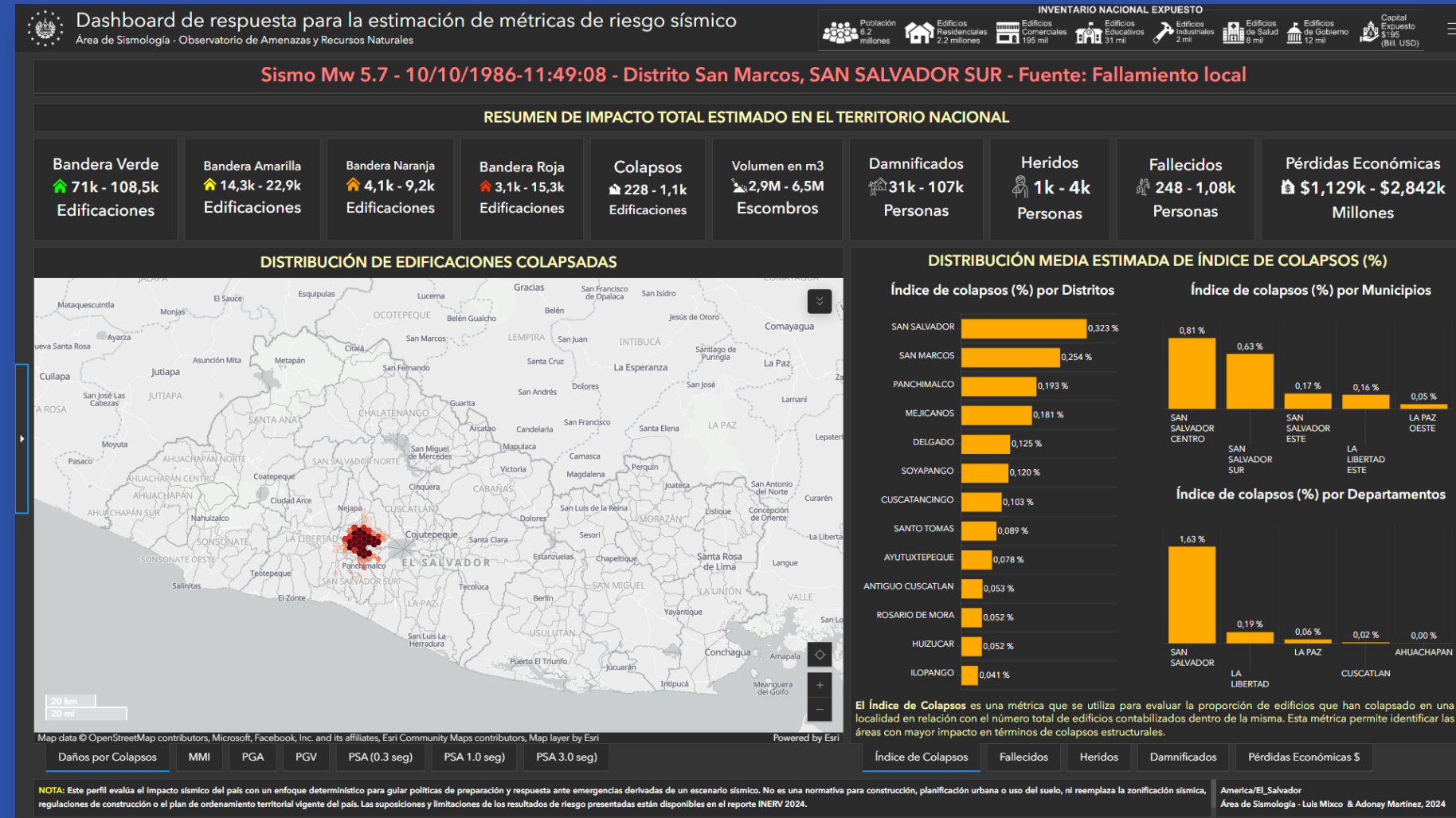
0 ✖ entre 70 y 100 mil

0 ✖ más de 100 mil

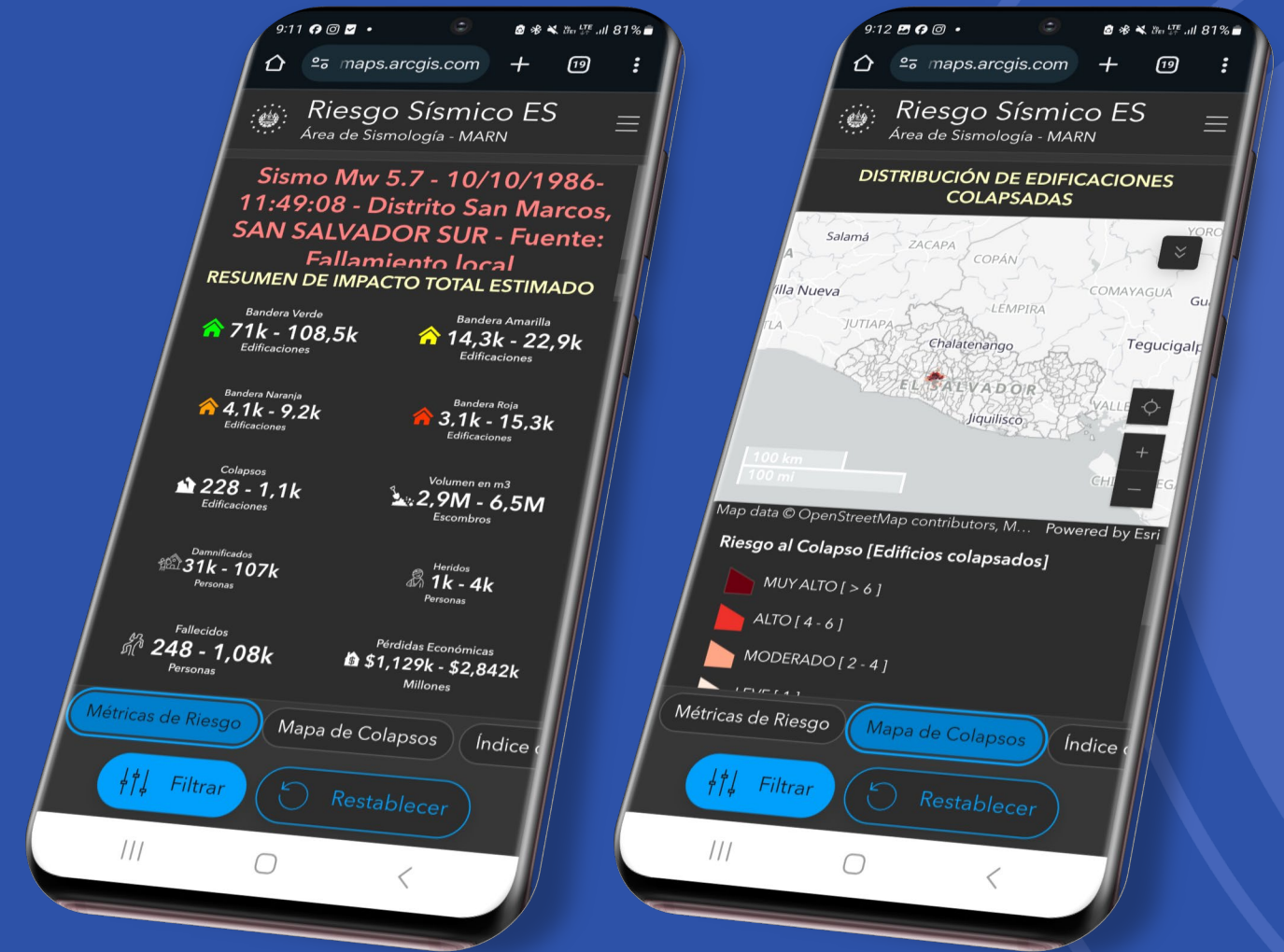
Conéctate a menti

Choose a slide to present

Pantalla de monitoreo



Dispositivo móvil

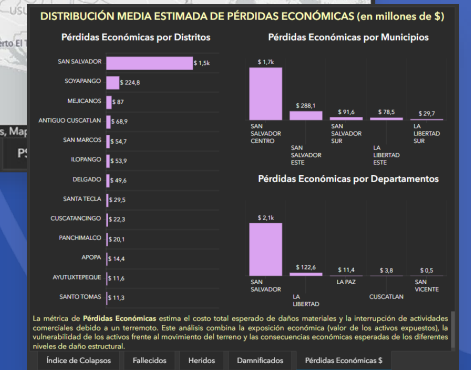
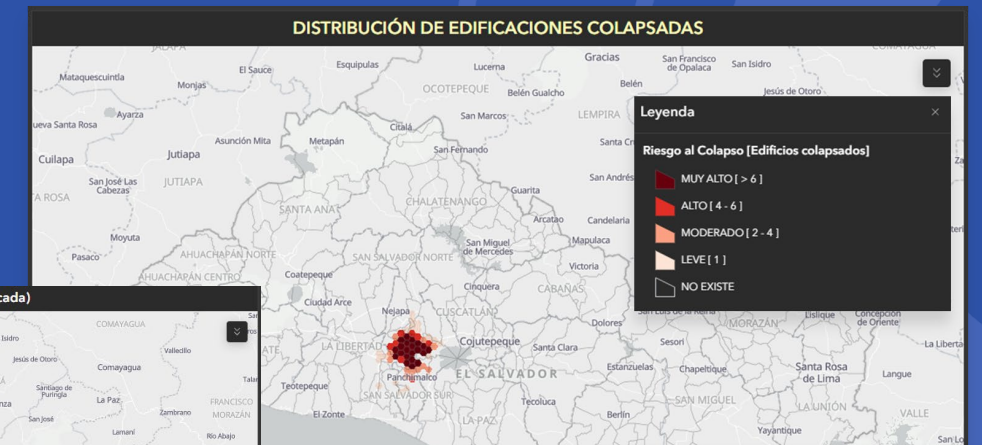
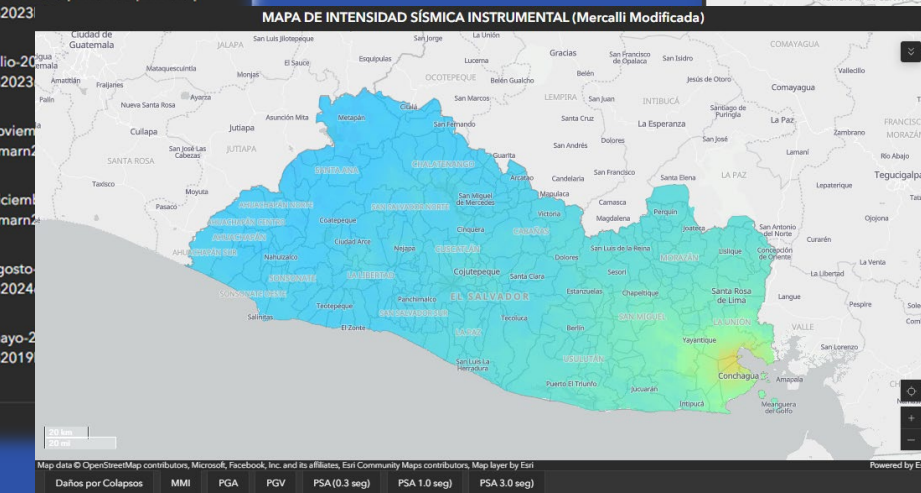
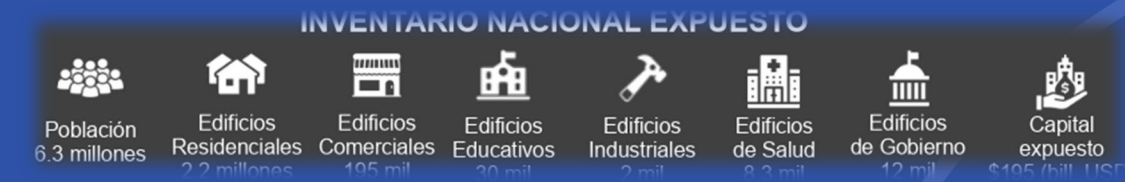


Contenido del Dashboard

EVENTOS
10-octubre-1986 | 11:49:08 | ...

Buscar...

- 05-enero-2025 | 11:18:48 | Mw 6.1 | marn2025aiqh
- 08-diciembre-2024 | 21:50:27 | Mw 5.6 | marn2024ycze
- 09-enero-2025 | 10:31:46 | Mw 5.7 | marn2025apws
- 10-abril-2017 | 17:53:55 | Mw 4.8 | marn2017hasb
- 10-octubre-1986 | 11:49:08 | Mw 5.7 | marn1986aaab
- 13-enero-2001 | 11:33:32 | Mw 7.7 | marn2001aaaa
- 13-febrero-2001 | 08:22:06 | Mw 6.6 | marn2001aaav
- 13-octubre-2014 | 21:51:34 | Mw 7.3 | marn2014aabbw
- 15-enero-2023 | 17:07:53 | Mw 5.0 | marn2023
- 18-julio-2023 | marn2023
- 24-noviembre-2023 | 7.0 | marn2023
- 27-diciembre-2023 | 4.7 | marn2023
- 28-agosto-2024 | marn2024
- 30-mayo-2019 | marn2019



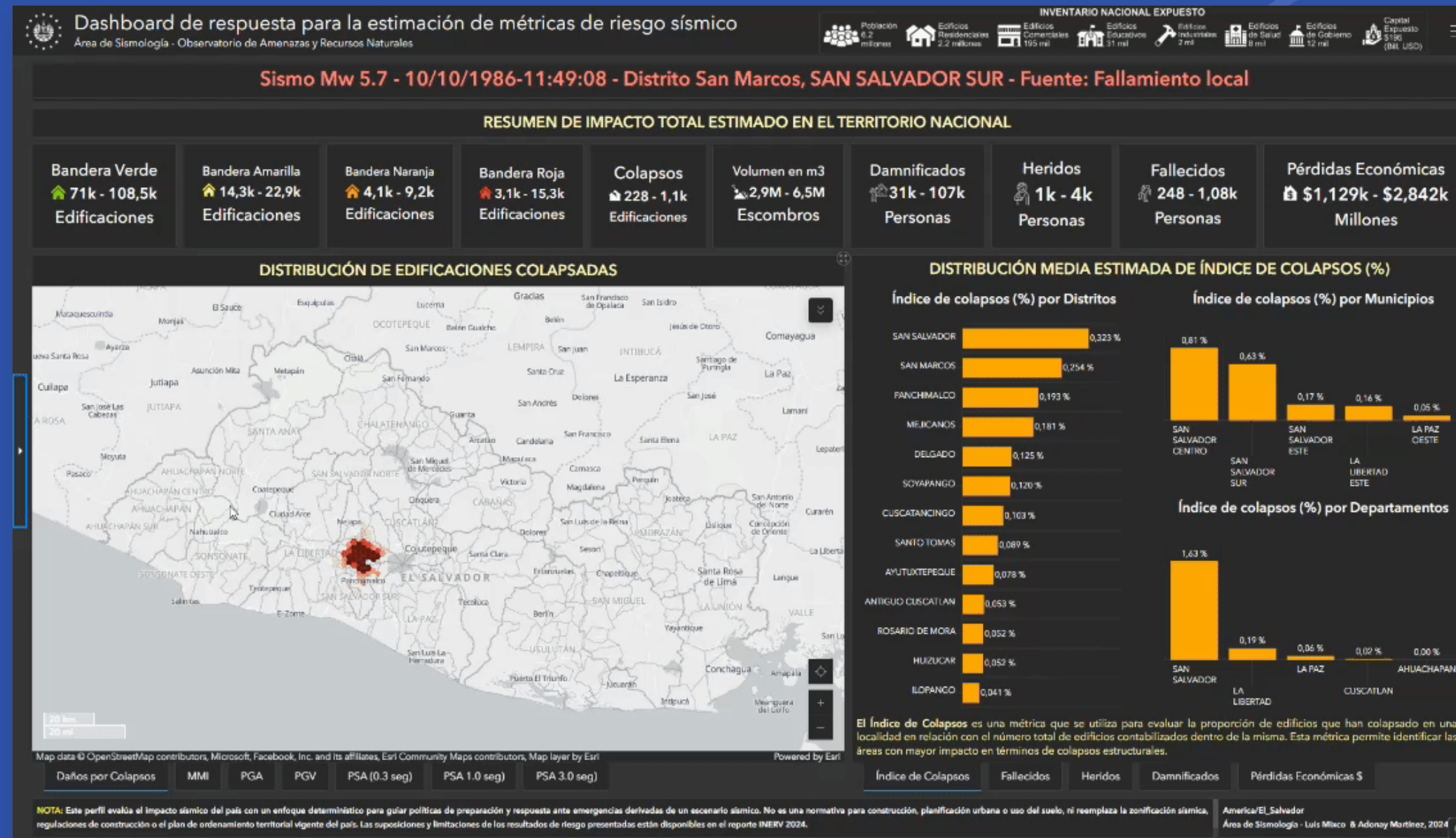
Selector de eventos

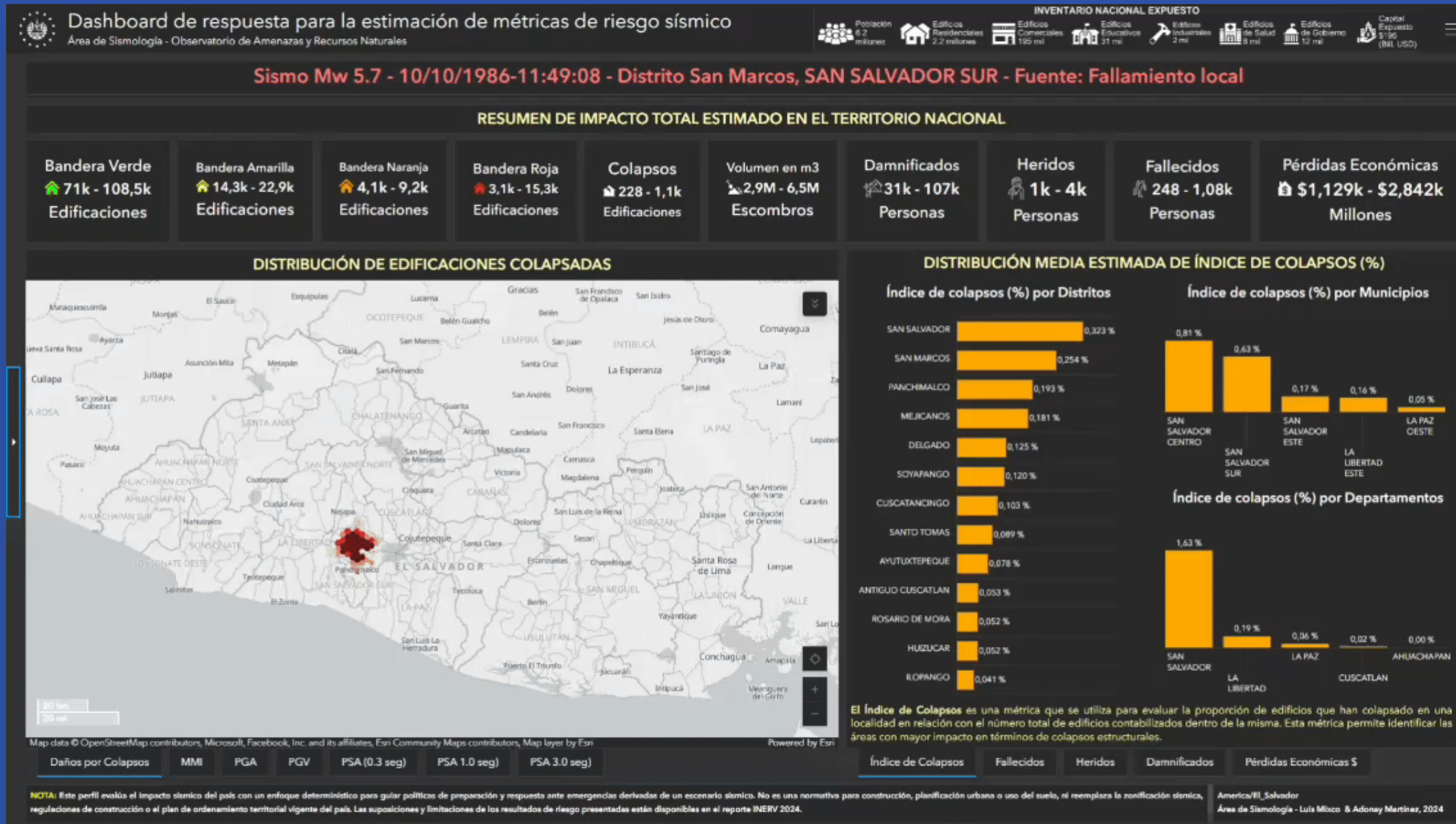
❑ **Ubicación:**
Se encuentra en una pestaña desplegable al lado izquierdo del mapa.

❑ **Filtrado de eventos sísmicos:**
Permite visualizar información específica de cada evento sísmico.

❑ **ID único:**
Identificador exclusivo asignado a cada evento sísmico.

❑ **Asociación precisa:**
Garantiza la correcta asociación de detalles como magnitud, ubicación, hora y estaciones de medición.





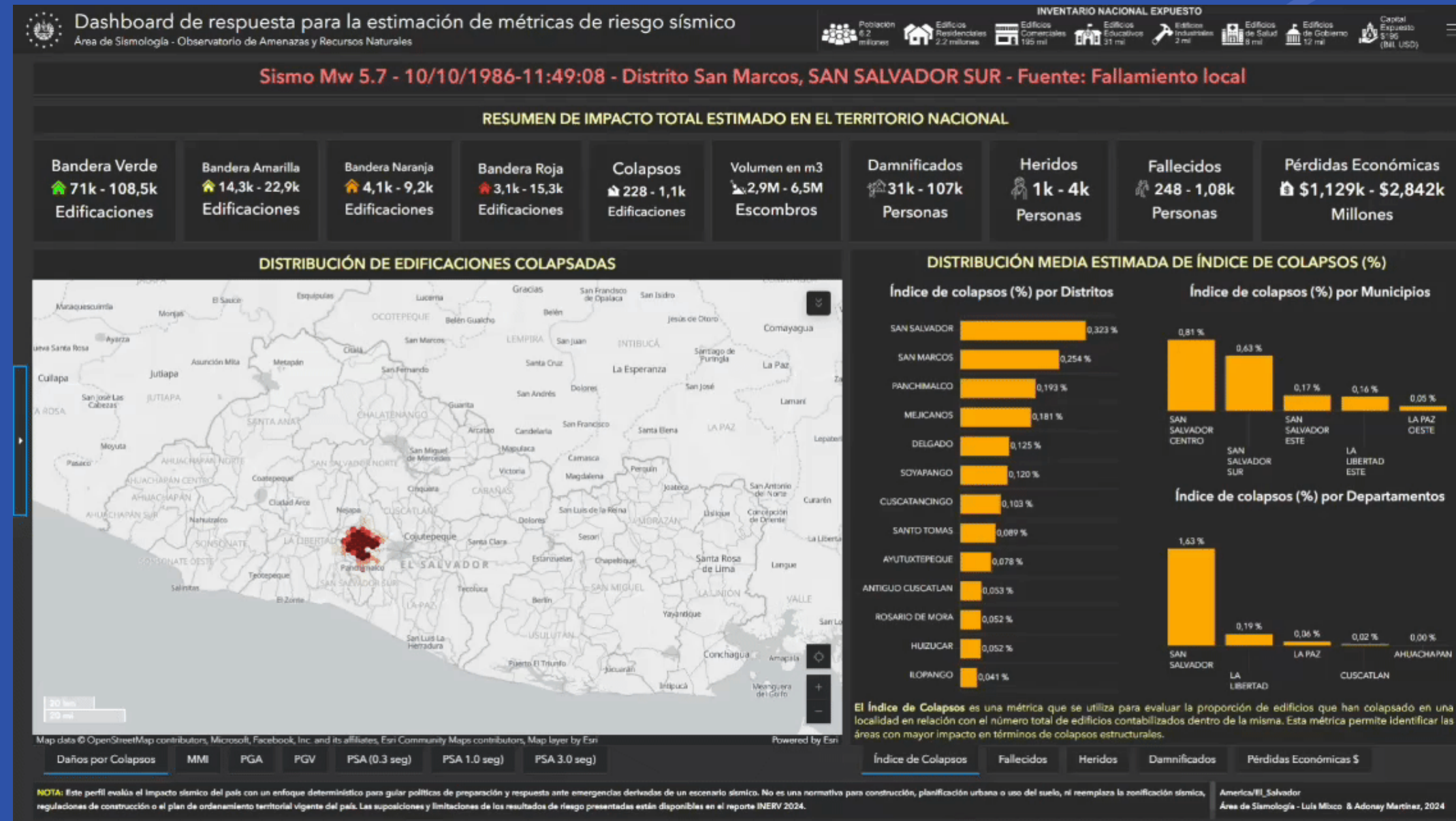
Inventario Nacional Expuesto

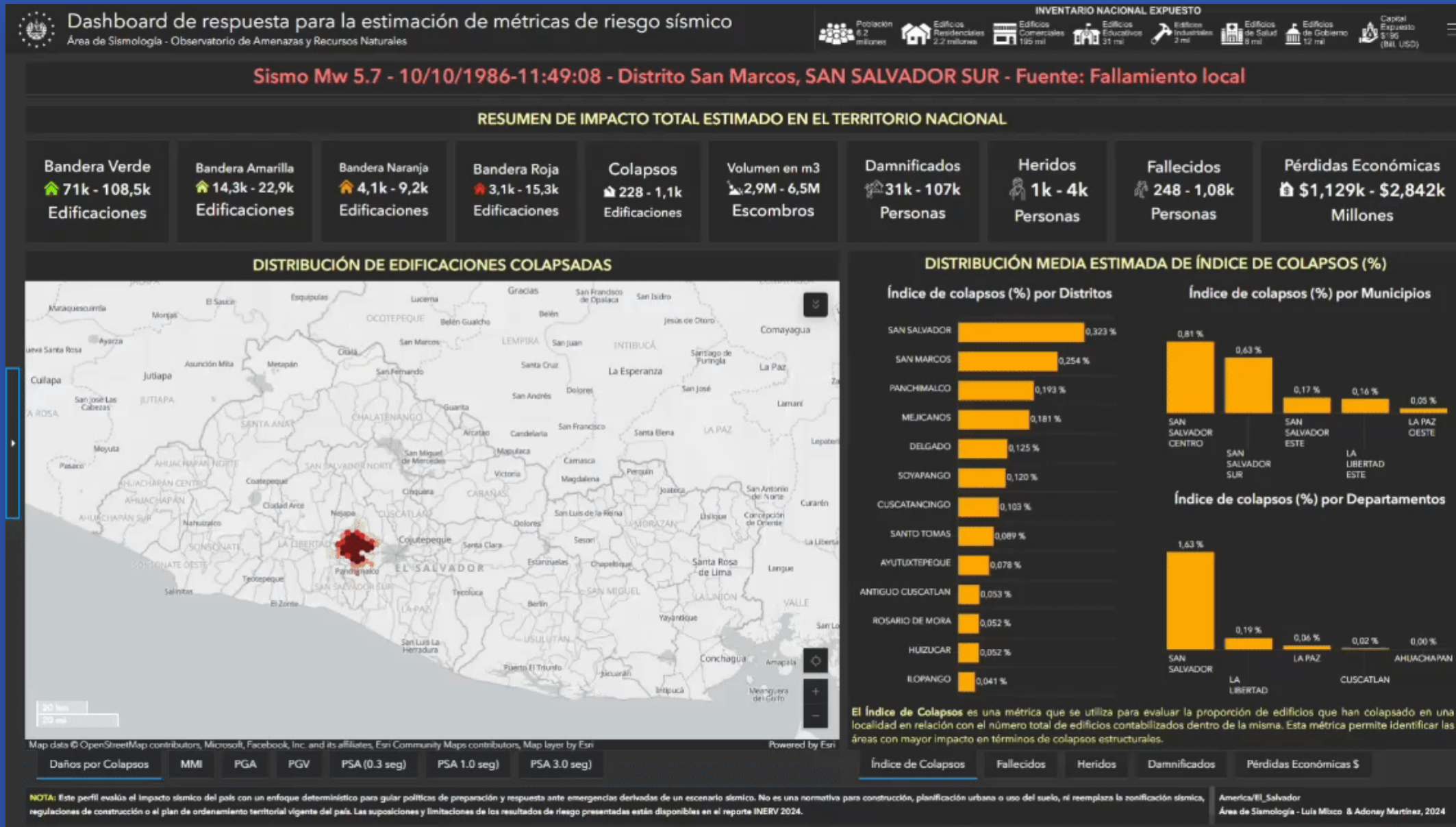


- Ubicación:** Se encuentra en el panel superior.
- Resumen del modelo de exposición:** Información sobre edificaciones, población y valor económico expuesto.
- Datos incluidos:** Total de habitantes, número total de edificios (por clases de ocupación), y valor económico expuesto a nivel nacional.

Parámetros Sísmicos

- ❑ **Ubicación:**
Debajo del encabezado principal.
- ❑ **Parámetros clave del evento sísmico:**
Magnitud, fecha y hora, ubicación del epicentro, tipo de fuente sísmica.
- ❑ **Relevancia de la hora:**
Impacta las métricas de riesgo poblacional, considerando tres periodos de ocupación en el modelo de exposición: día, noche y tránsito, para estimar la cantidad de personas en las edificaciones.





Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional

- ❑ **Organización de valores:** Rangos que describen edificaciones y población afectadas y que se establecen para garantizar el tratamiento de la incertidumbre del modelo.
- ❑ **Métricas estimadas:** 10 métricas por evento sísmico: 6 relacionadas a estados de daños en las edificaciones, 3 de afectaciones a la población y 1 métrica asociada a la pérdida económica global estimada.

Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a edificaciones**

- ❑ **Niveles de daño:**
Ligero, moderado, extenso y completo.
- ❑ **Base de análisis:**
Simulaciones realizadas considerando la fragilidad estructural de tipos de construcciones específicas.
- ❑ **Sistema de categorización:**
Clasificación por banderas diseñada para facilitar la comunicación y comprensión del riesgo, así como para apoyar la toma de decisiones, alineándose con los protocolos establecidos en Protección Civil.



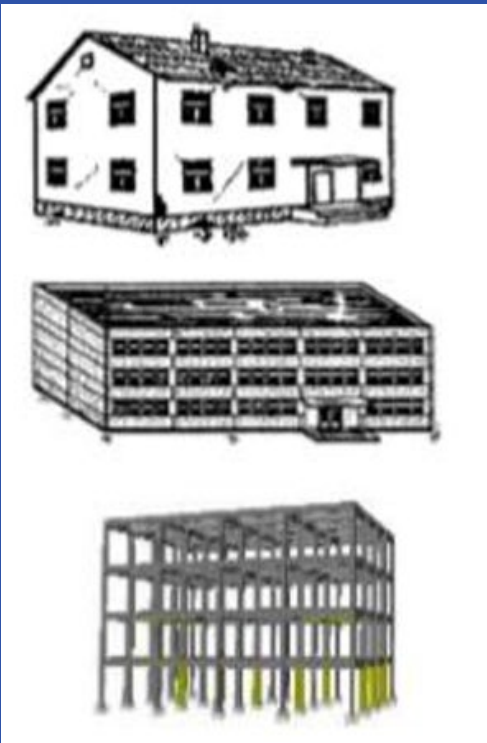
Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a edificaciones**

Bandera VERDE



Bandera Verde
🏠 71k - 108,5k
Edificaciones

- ✓ **Daño asociado:** Leve.
- ✓ **Impacto:** Daños superficiales sin comprometer seguridad estructural ni funcionalidad. No afecta la capacidad sismorresistente
- ✓ **Ejemplos:** Grietas en acabados menores a 1 mm de ancho, fisuras en paredes no estructurales, daños estéticos: caída de repellos.

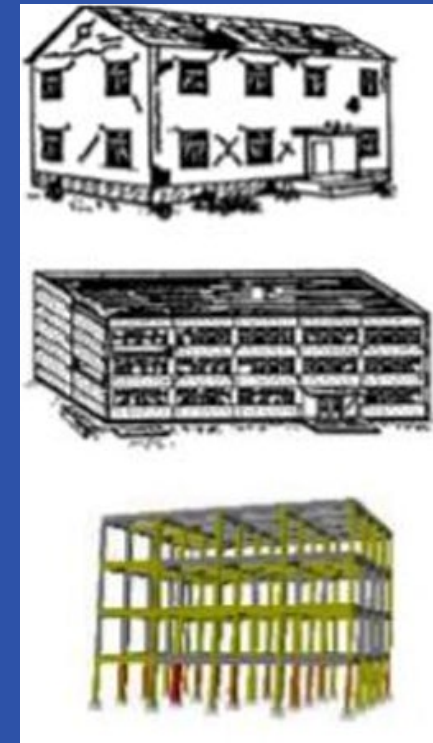


Bandera AMARILLA



Bandera Amarilla
🏠 14,3k - 22,9k
Edificaciones

- ✓ **Daño asociado:** Moderado.
- ✓ **Impacto:** Daños significativos que pueden comprometer parcialmente la funcionalidad, sin colapso inminente. Puede ser reparable sin refuerzo.
- ✓ **Ejemplos:** Grietas profundas (1-2 mm) en muros estructurales, daños severos en elementos no estructurales, deformaciones localizadas, fallas en ladrillos.



Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a edificaciones**

Bandera NARANJA



Bandera Naranja
🏠 4,1k - 9,2k
Edificaciones

- ✓ **Daño asociado:** Extenso.
- ✓ **Impacto:** Afectación crítica donde la estabilidad estructural está severamente comprometida, aunque no se ha producido un colapso completo, puede requerir intervenciones urgentes
- ✓ **Ejemplos:** Colapso parcial de muros o techos, fisuras severas en columnas o vigas principales, daños que requieren desalojo inmediato de los inmuebles.

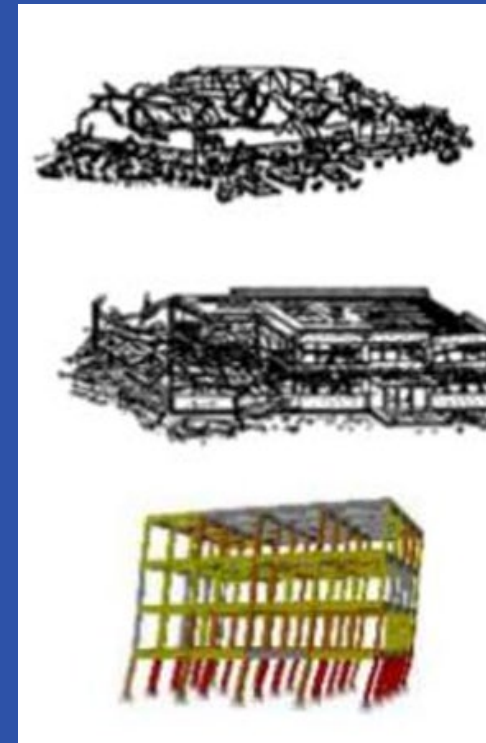


Bandera ROJA



Bandera Roja
🏠 3,1k - 15,3k
Edificaciones

- ✓ **Daño asociado:** Completo.
- ✓ **Impacto:** Afectación severa que implica el colapso total o casi total de la edificación. Representa una pérdida catastrófica en infraestructura y habitabilidad, con riesgos extremadamente altos para la vida humana.
- ✓ **Ejemplos:** Colapso total de la edificación, fallos estructurales generalizados en todos los elementos principales, inhabilitación completa del inmueble para cualquier uso.



Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a edificaciones**



Colapsos
📈 228 - 1,1k
Edificaciones

COLAPSOS

- ✓ **Descripción:** Representa el número de edificaciones que colapsan debido a la agitación del terreno simulada, según los modelos de fragilidad.
- ✓ **Origen:** Métrica que representa un subconjunto dentro de la categoría de edificaciones que alcanzaron un estado de daño completo.




Volumen en m3
📉 2,9M - 6,5M
Escombros

VOLUMEN DE ESCOMBROS

- ✓ **Descripción:** Métrica utilizada para calcular la cantidad total de escombros generados por la destrucción de edificaciones debido a un evento sísmico, en términos de volumen.
- ✓ **Aplicación:** crucial para la planificación de recursos, estimación de costos de limpieza y recuperación, y el diseño de estrategias de mitigación y gestión de desastres.

Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a población expuesta**




Heridos
 1k - 4k
Personas

HERIDOS DE GRAVEDAD

- ✓ **Descripción:** Número de ocupantes heridos debido al desprendimiento de componentes estructurales y no estructurales.
- ✓ **Impacto:** Incluye solo las personas que requieren de atención médica urgente.
- ✓ **Cálculo:** Generalmente se computan cuando las estructuras alcanzan un estado de daño moderado.



Damnificados
 31k - 107k
Personas

DAMNIFICADOS

- ✓ **Descripción :** Personas cuya residencia sufrió daño extenso o completo debido a la agitación del terreno.
- ✓ **Impacto:** Se asume que la residencia no es habitable, ni temporal ni permanentemente, Los ocupantes necesitan refugio temporal, ya sea por decisión propia o por instrucciones de la autoridad competente.
- ✓ **Cálculo:** Los ocupantes se contabilizan considerando estructuras que hayan alcanzado un estado de daño extenso.

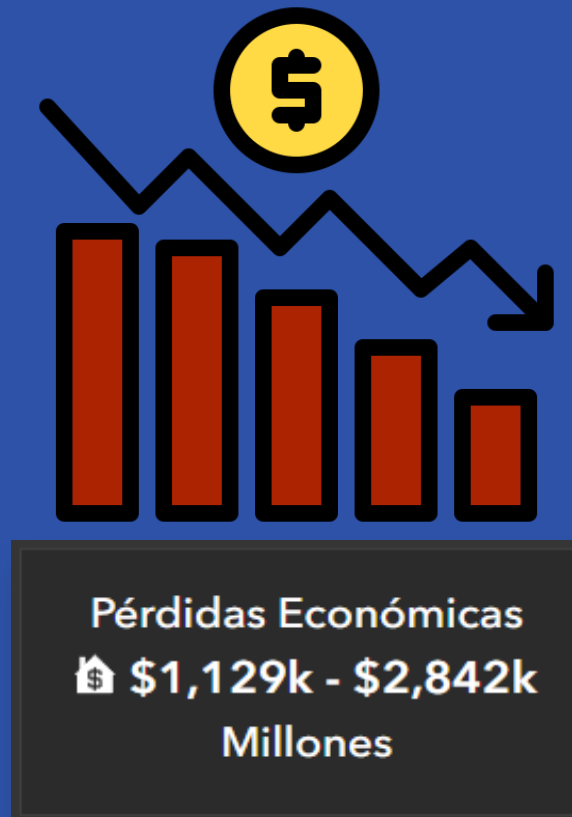
Estimación de métricas de riesgo sísmico en rangos para el evento a nivel nacional: **Afectaciones a población expuesta**



Fallecidos
👤 248 - 1,08k
Personas

FALLECIDOS

- ✓ **Descripción:** Número de ocupantes que perdieron la vida debido al desprendimiento de componentes estructurales y no estructurales en las edificaciones.
- ✓ **Cálculo:** Se computa cuando las estructuras alcanzan un estado de daño completo.



PÉRDIDAS ECONÓMICAS

- ✓ **Descripción :** Costo de reparar elementos estructurales, no estructurales y contenidos, considerando todos los niveles de daño directo causado por el sismo.
- ✓ **Impacto:** Se considera que las estructuras deben repararse o reconstruirse siguiendo los lineamientos de sismo resistencia.
- ✓ **Cálculo:** Se computa cuando las estructuras alcanzan cualquier estado de daño.

Mapa de Edificaciones Colapsadas

❑ Descripción:

Mapa de colapsos en la zona de afectación, usando teselas hexagonales de 2.5 km de resolución a nivel nacional.

❑ Indicadores de vulnerabilidad:

Los colores más rojos indican las zonas más vulnerables.

❑ Clasificación de colapsos por tesela:

- NO EXISTE: No se registran colapsos.
- LEVE: 1 colapso.
- MODERADO: 2 a 3 colapsos.
- ALTO: 4 a 5 colapsos.
- MUY ALTO: Más de 6 colapsos.



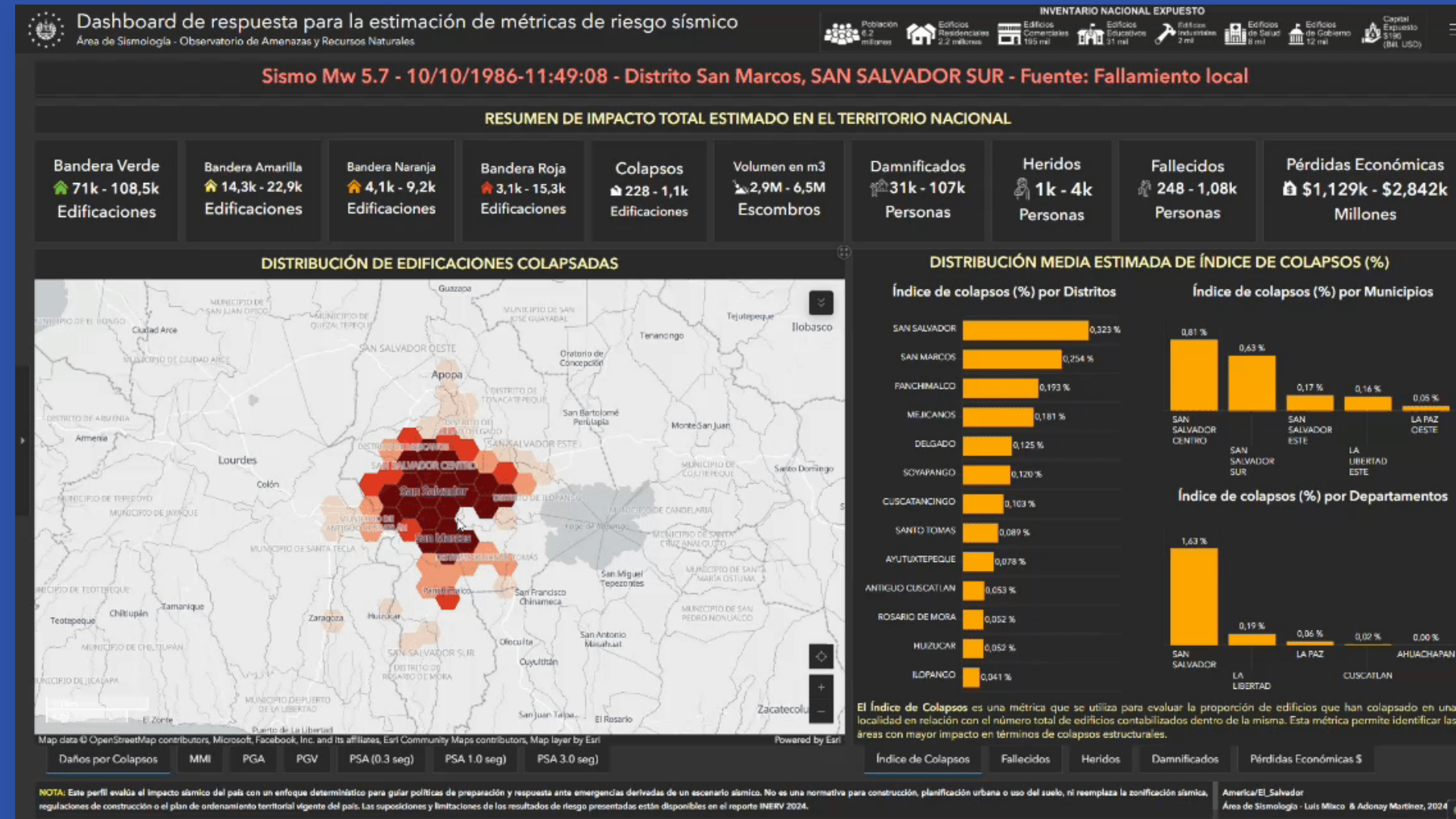
Mapa de Edificaciones Colapsadas

Interacción con la tesela:

Al hacer clic sobre un hexágono, se abre la tabla de atributos

Contenido de la tabla:

Se pueden ver los valores del modelo de exposición, incluyendo resultados de métricas de riesgos por estado de daño y pérdidas económicas y humanas.



Vista de unión de Hexágonos con Tabla de Riesgo al Colapso: 4.218,00

Acercar | Desplazamiento panorámico

AREA_M2	899.006,84
COST_REEMPL	669.559.644,02
DEPTO	SAN SALVADOR
DISTRITO	SAN SALVADOR
EDIFIC	8.266
HEX_ID	4.218,00
HOM_miles	1,57
Indice_Col	0,00
LOS_millon	33,85
MUNICIPIO	SAN SALVADOR CENTRO
OCUPANTES	14.489
Riesgo_Col	MUY ALTO
Shape_Area	0,00
Shape_Length	0,07
struct_COL	37,00
struct_COM	463,00
struct_EXT	321,00
struct_FAT	9,00
struct_HOM	1.565,00
struct_INJ	30,00
struct_LEV	2.005,00
struct_LOS	33.854.955,76
struct_MOD	757,00
struct_NOD	4.718,41

Mapa de intensidades sísmicas

❑ Descripción:

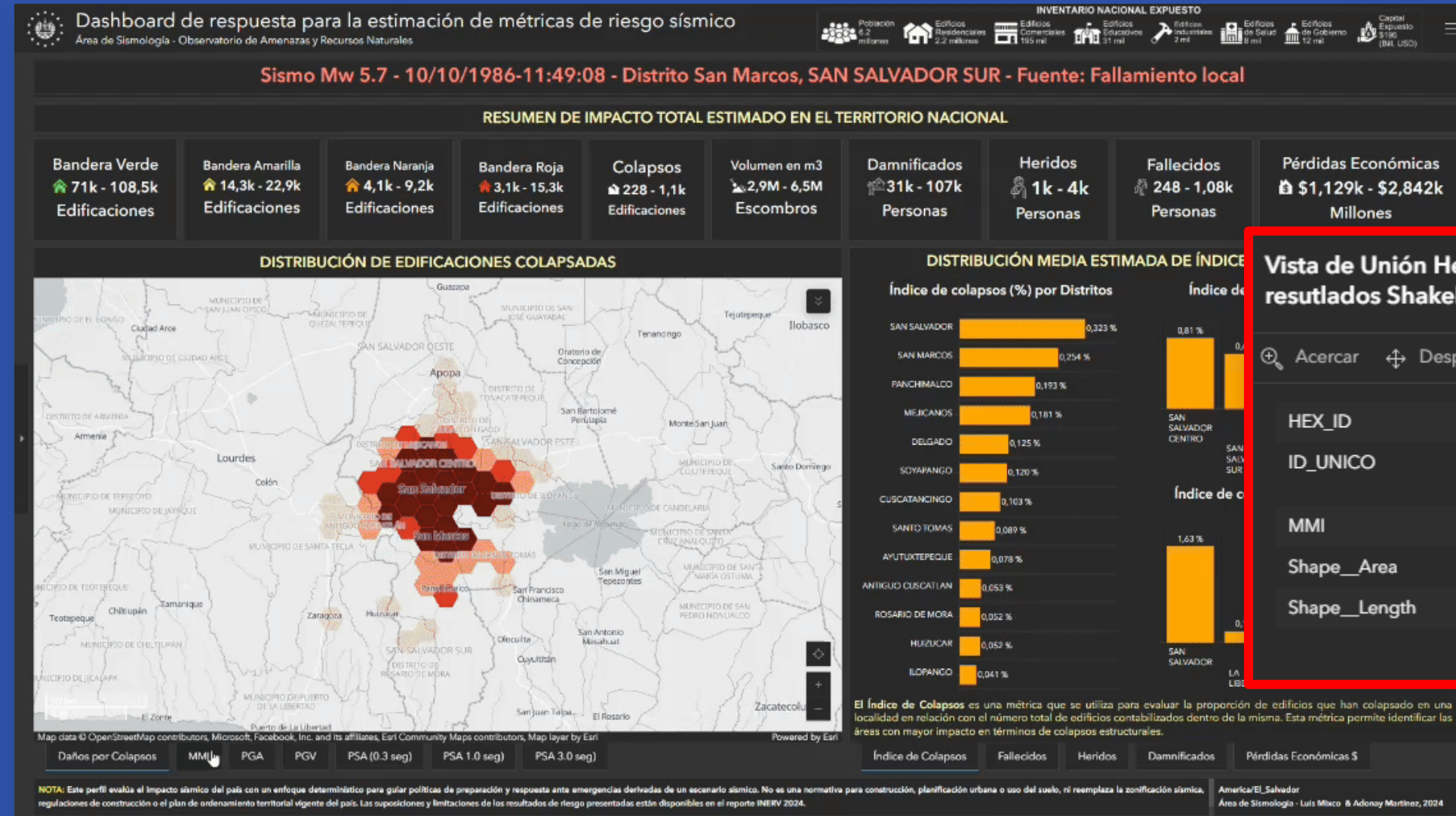
El Dashboard muestra la intensidad sísmica instrumental, similar a los Mapas ShakeMaps publicados en redes sociales.

❑ Escala de medición:

La intensidad se mide según la escala de Mercalli Modificada (MMI).

❑ Interacción:

La información de intensidad se puede cambiar utilizando la viñeta en la parte inferior.



Mapa de aceleraciones máximas del terreno

❑ Descripción:

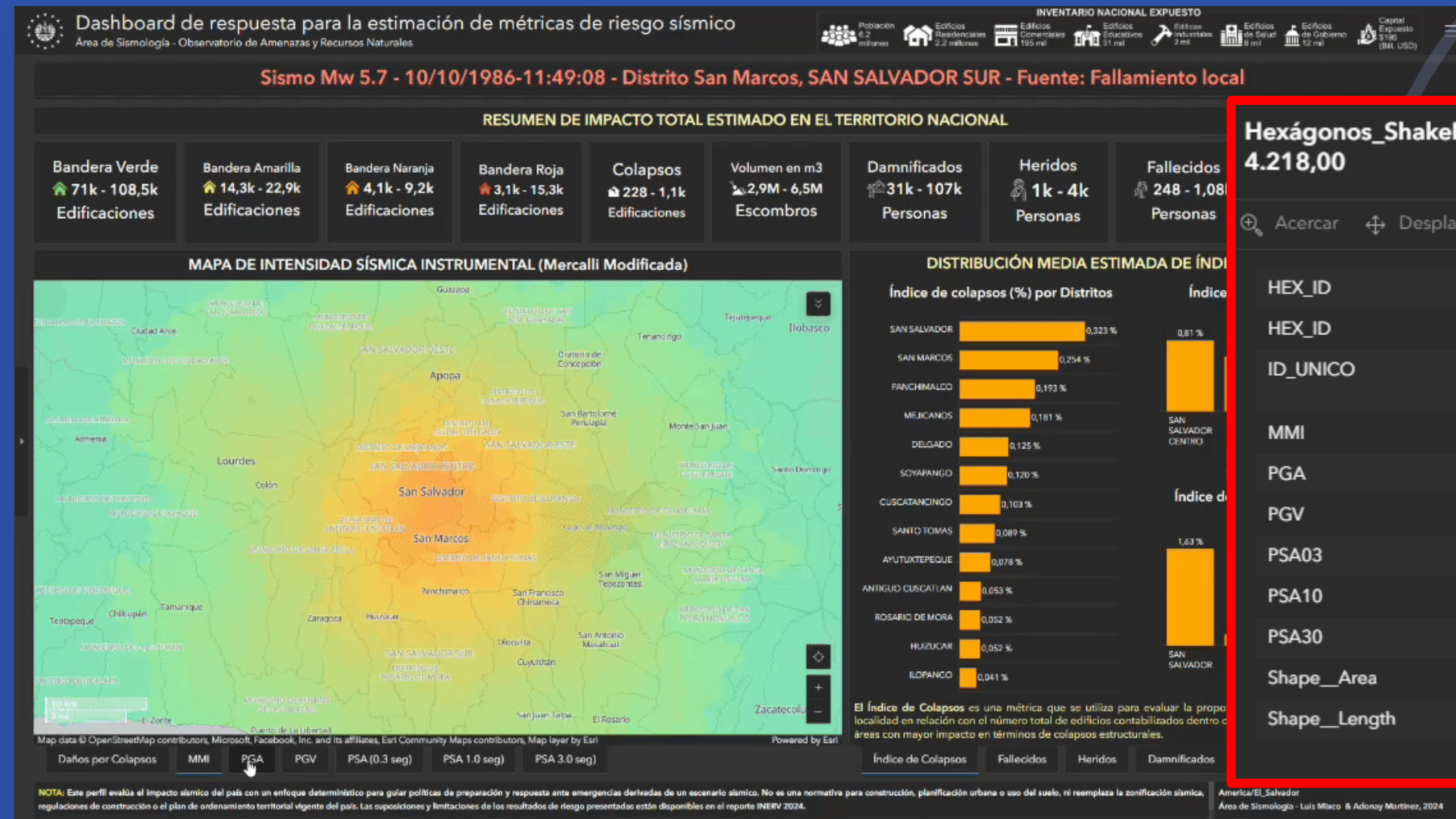
El Dashboard proporciona datos sobre las aceleraciones máximas estimadas en el terreno durante el evento sísmico.

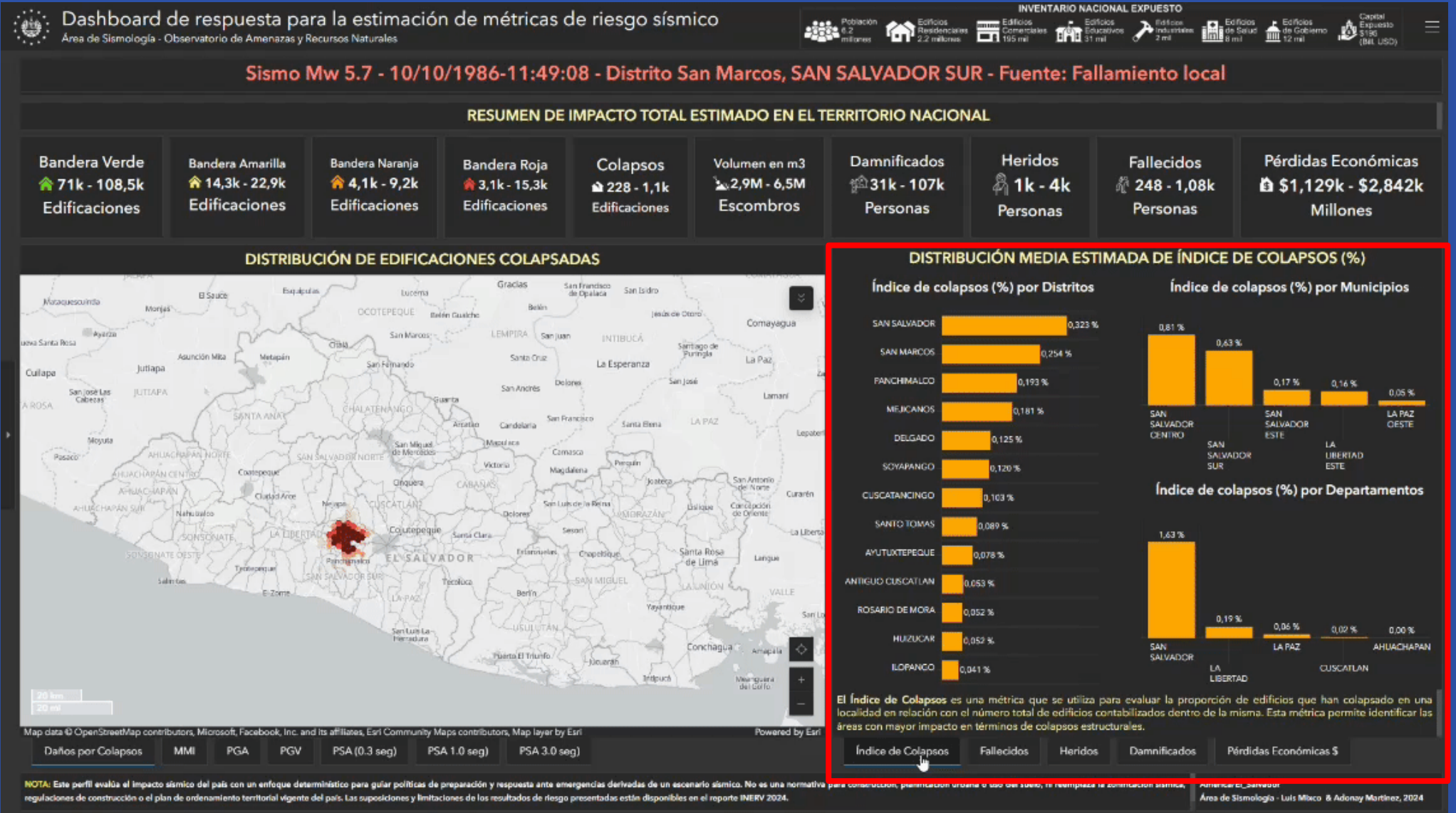
❑ Unidades de aceleración:

Las aceleraciones se expresan en porcentaje de la gravedad (%g).

❑ Cálculo de aceleraciones:

El valor mostrado corresponde a la media geométrica de los dos componentes horizontales

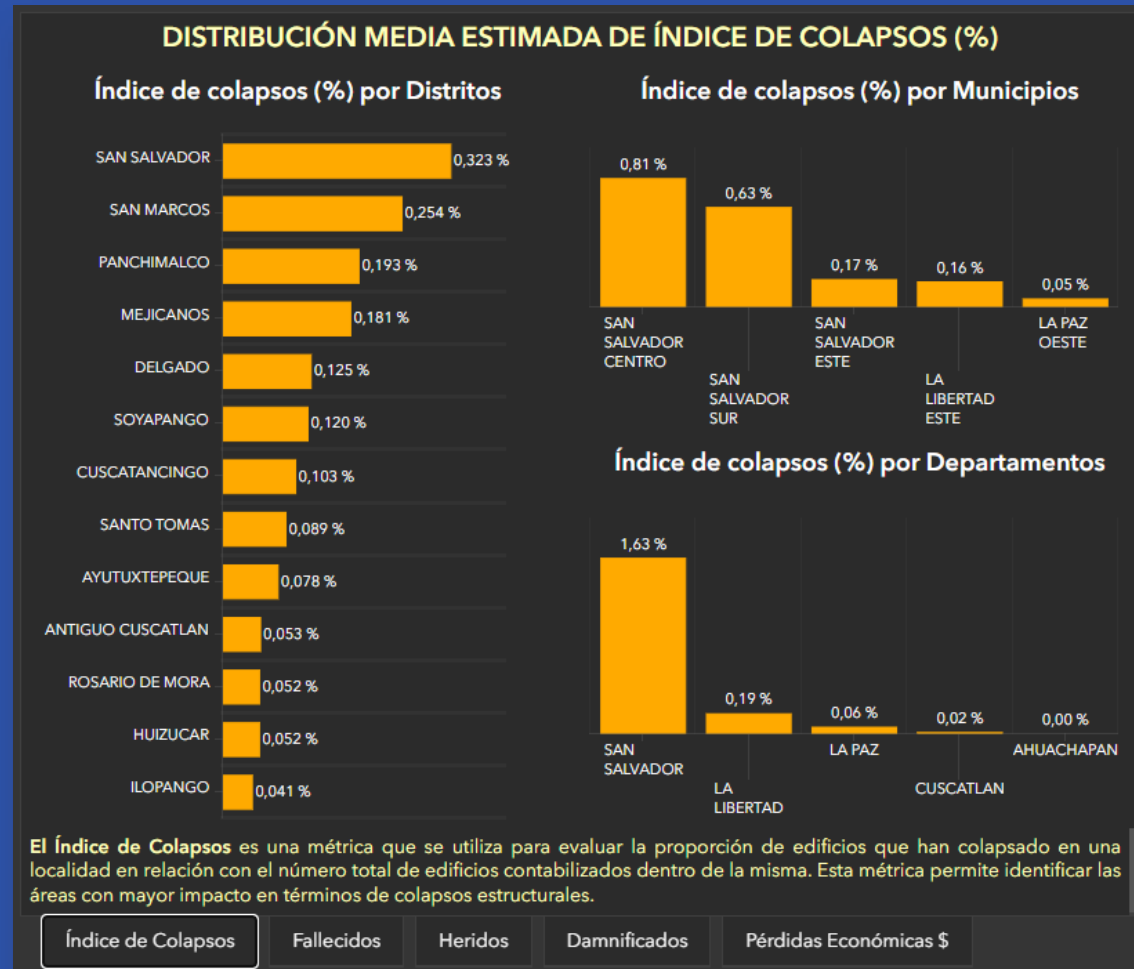




Distribución promedio de métricas de riesgo sísmico estimadas para el evento a nivel nacional

- ❑ Descripción: Gráficas agregadas de métricas del riesgo dentro de cada región administrativa.
- ❑ Propósito: Focalizar esfuerzos y coordinar acciones con el gobierno Central y las alcaldías municipales.

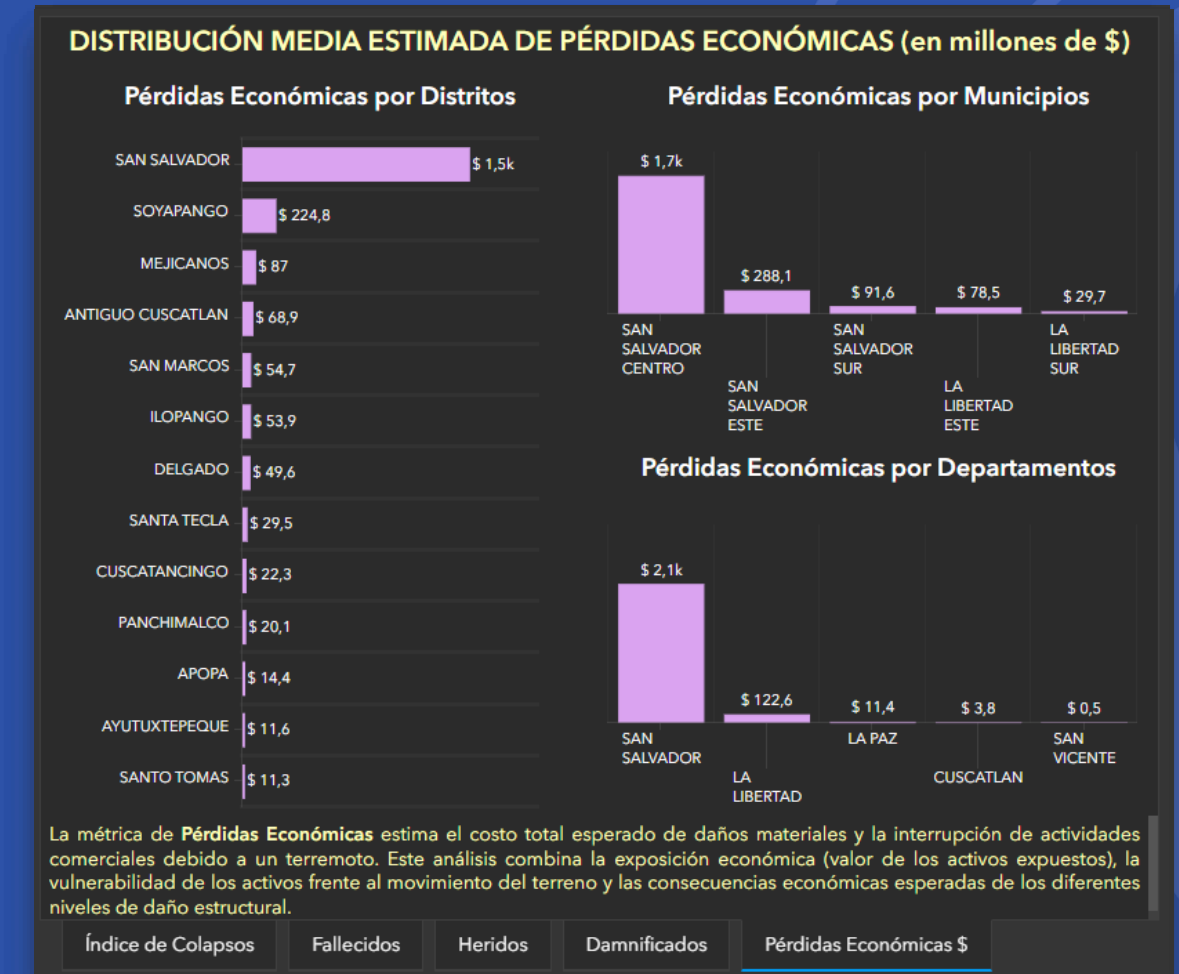
Distribución promedio de métricas de riesgo sísmico estimadas para el evento a nivel nacional



ÍNDICE DE COLAPSOS

Es una métrica que se utiliza para evaluar la proporción de edificios que han colapsado en una localidad en relación con el número total de edificios contabilizados dentro de la misma.

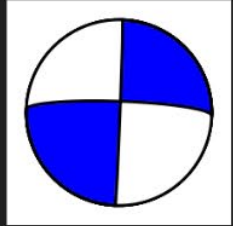
Esta métrica permite identificar las áreas con mayor impacto en términos de colapsos estructurales.



Ejecución del Riesgo sísmico y resultados en Dashboard

```
Dashboard_Seismic_Risk_Script_LMmixco.py X delete_features_from_argis_online_table.py
Dashboard_Seismic_Risk_Script_LMmixco.py > ...
65 print(f"ID obtenido: {id_terremoto}")
66 print(f"Magnitud: {valor_fila_4}")
67 print(f"Fuente sísmica: {tipo_fuente}")
68 if tipo_fuente == "cortical":
69     if valor_fila_4 < 3.5:
70         print("No se puede continuar con el flujo del programa.")
71         sys.exit("Finalizando el programa debido a condiciones no cumplidas.")
72     else:
73         print("Procediendo con el flujo del programa.")
74 else:
75     if valor_fila_4 < 4.7:
76         print("No se puede continuar con el flujo del programa.")
77         sys.exit("Finalizando el programa debido a condiciones no cumplidas.")
78     else:
79         print("Procediendo con el flujo del programa.")
80 #id_Terremoto = "marn2024oati_regional" # ID del evento proveniente del ShakeMap
81 #%%
82 ##
83 method_selection = 'EDR' # 'EDR' or 'LLH'
84 number_of_ground_motion_fields = 100 # Número de campos de movimiento fuerte
85 truncation_level = 3 # Nivel de truncamiento
86 asset_hazard_distance = 20 # Distancia de peligro de activos
87 rupture_mesh_spacing = 2.0 # Espaciado de la malla de ruptura
88 fragility = "MARN" # 'GEM' or 'MARN' incluye taxonomía de activos
89 gmpe_selection = "GMPE-OPTI-MARN" # 'GMPE-OPTI-MARN' or 'PSHA-SMTK'
90 #Dado que el propósito del análisis de riesgo sísmico es ofrecer una guía preventiva,
91 # es preferible que el umbral permita una leve sobreestimación en casos de incertidumbre.
92 # Esto es particularmente relevante cuando hablamos de víctimas, donde subestimar los riesgos puede tener
93 #maria_elena = 0.30 # Factor de corrección para redondeo
94 maria_elena = 0.85 # Factor de corrección para redondeo
95 portafolio = "taller" # todos, educacion, salud, gobierno
96
97 if portafolio == "todos" or portafolio == "taller":
98     grilla_a_ocupar = "El_Salvador_Exposure_Grilla.xml"
99     csv_a_ocupar = "Exposicion_El_Salvador_grilla.csv"
100 elif portafolio == "educacion":
101     grilla_a_ocupar = "El_Salvador_Exposure_Grilla_Educacion.xml"
102     csv_a_ocupar = "Exposicion_El_Salvador_grilla_Educacion.csv"
103 elif portafolio == "salud":
104     grilla_a_ocupar = "El_Salvador_Exposure_Grilla_Salud.xml"
105     csv_a_ocupar = "Exposicion_El_Salvador_grilla_Salud.csv"
106 elif portafolio == "gobierno":
107     grilla_a_ocupar = "El_Salvador_Exposure_Grilla_Gobierno.xml"
108     csv_a_ocupar = "Exposicion_El_Salvador_grilla_Gobierno.csv"
109
110 # EJEMPLOS DE ID de eventos con registros acelerograficos
111
```

Interactive-1 X
Interrupt | X Clear All | Restart | Jupyter Variables | Save | Export | ... | openquake3_15_2022 (Python 3.9.19)

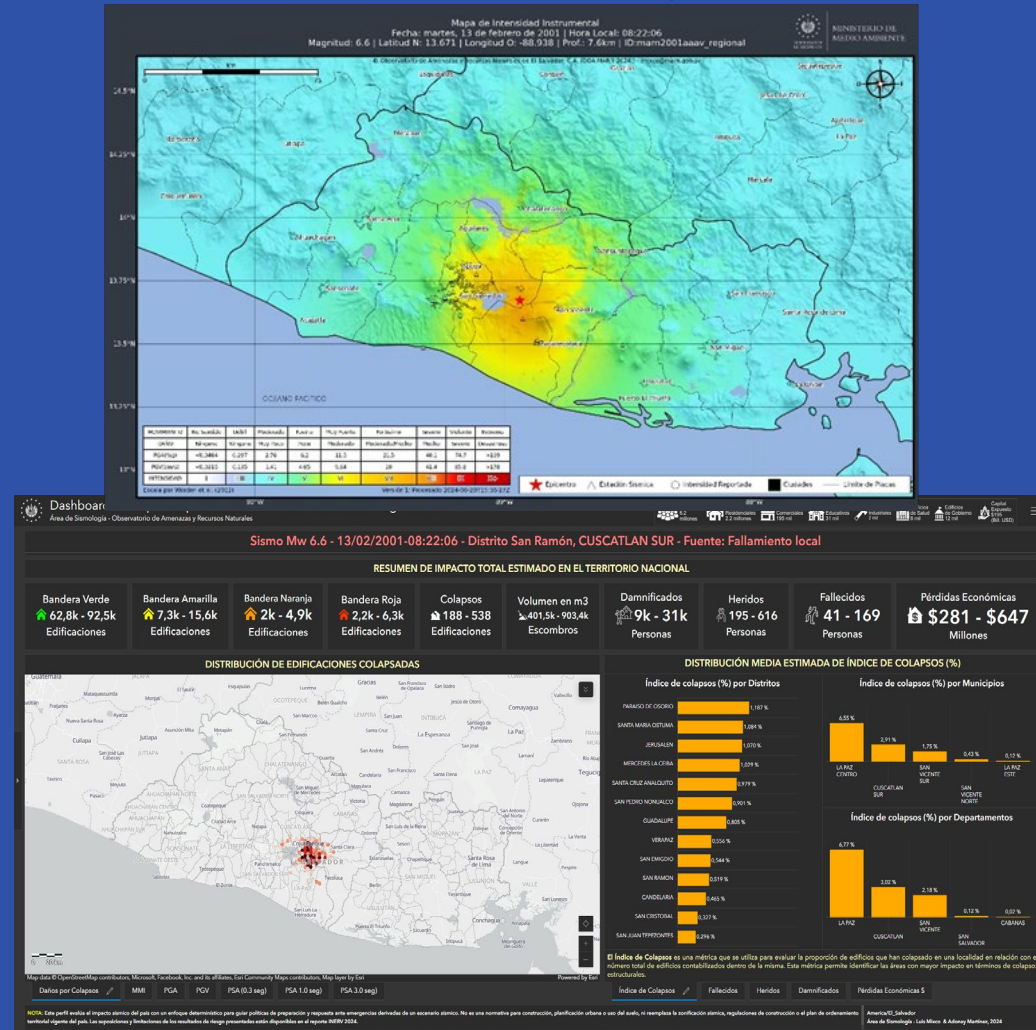
```
✓ # Read the CSV file ...
...
Promedio de PGA NS: 485.79 gales
Promedio de PGA_E0: 371.45 gales
Strike seleccionado: 2.19
Dip seleccionado: 89.02
Rake seleccionado: 11.0
...

...
✓ # Generar el archivo stations for Risk format ...
...
Estas estaciones fueron removidas al tener valores de cero en los campos de PGA, PGV, SA(0.3), SA(1.0)
Series([], Name: Station ID No., dtype: object)
-----
Archivo csv de station_list generado correctamente: stationlist_marn1986aaab.csv
-----
✓ # Generar el site model stations ...
...
Archivo csv de site_model_stations generado correctamente: site_model_stations_marn1986aaab
-----
✓ # ### Generando los archivos HDF5 y la base de datos ...
...
Obteniendo el grupo de GMPEs más adecuado para el evento respecto al PGA observado ...
Parsing Records ...
Press [Shift]+[Enter] to execute.
```

Ln 4235, Col 1 | Spaces: 4 | UTF-8 | LF | Python 3.9.19 (openquake3_15_2022: conda)

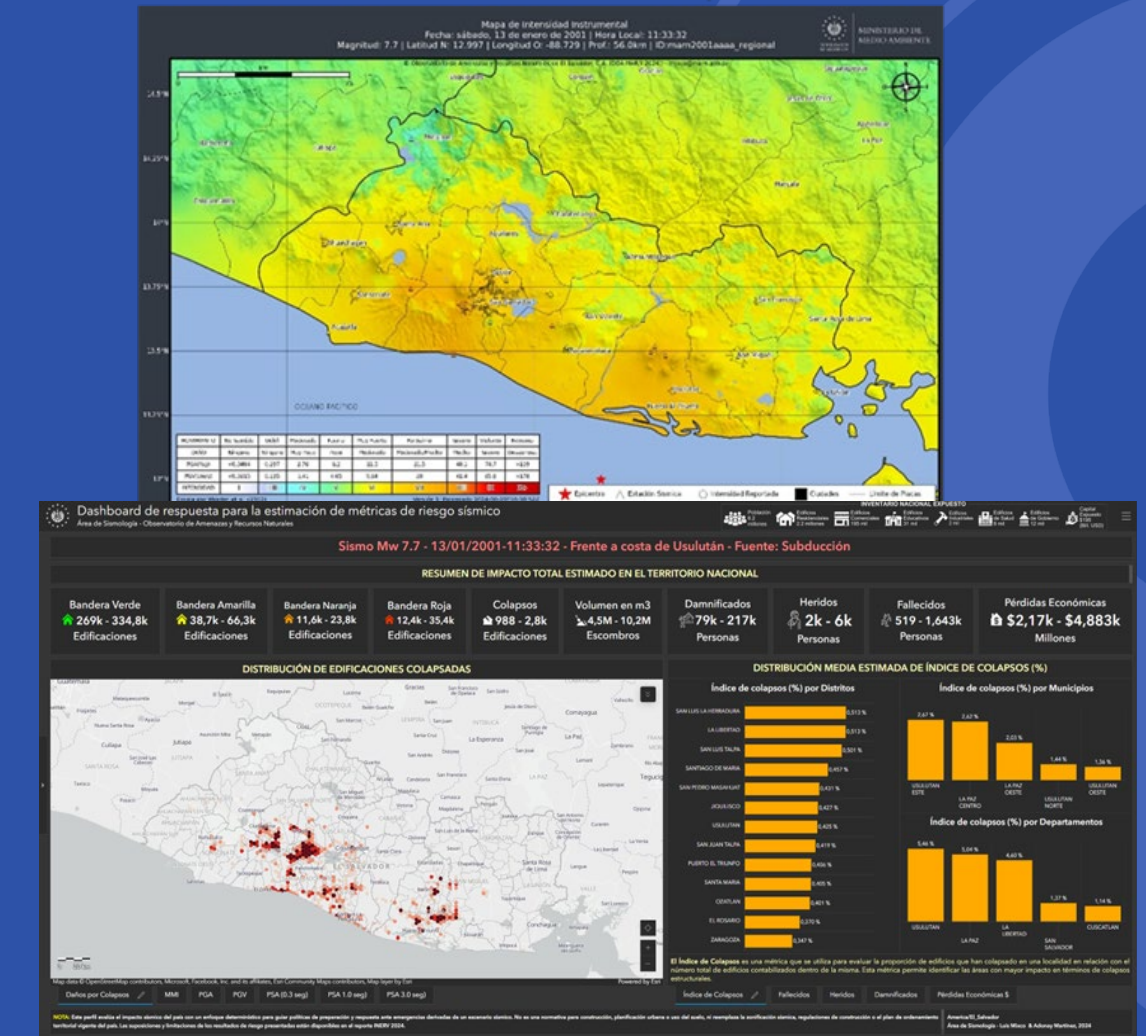
¿Cuándo se ejecutará el riesgo sísmico y se actualizará el Dashboard?

☐ Sismos Locales:
A partir de magnitudes arriba de 4.5

13/02/2001 – Mw 6.6 – Depth: 7.6 km

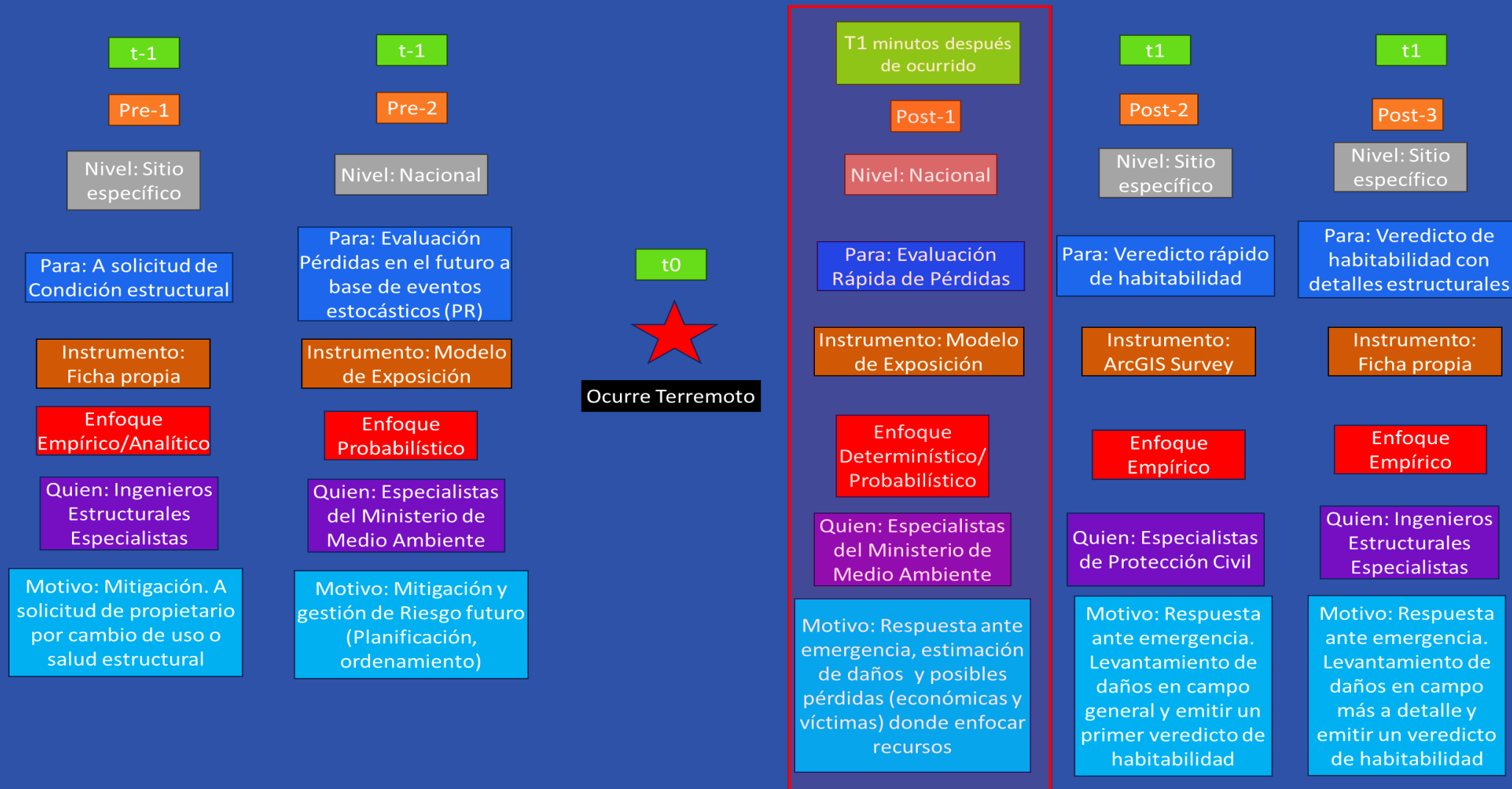


13/01/2001 – Mw 7.7 – Depth: 56 km



☐ Sismos de Subducción:
A partir de magnitudes arriba de 6.5

Dashboard entre instrumentos de medición de daños por sismos



Mejoras en el Dashboard:

El Dashboard se mejorará a medida que se optimicen los siguientes aspectos:

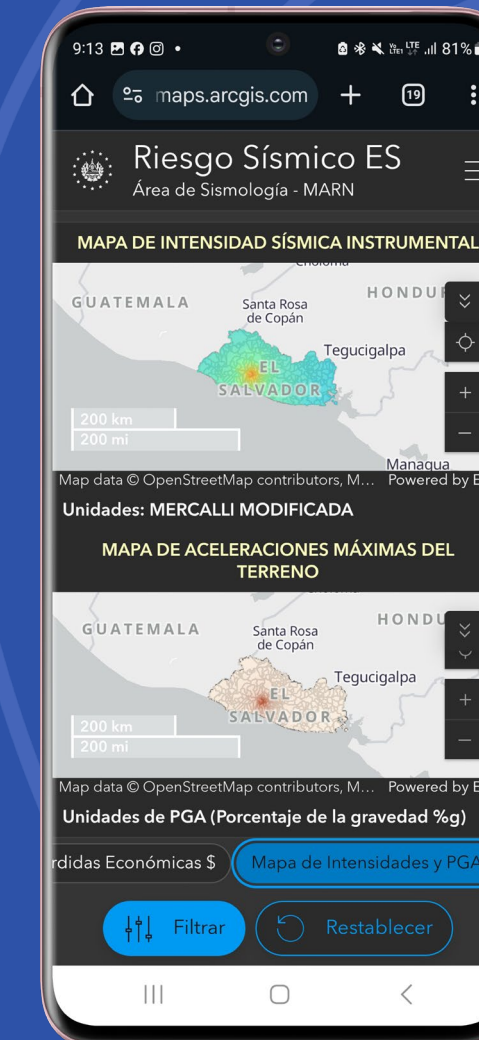
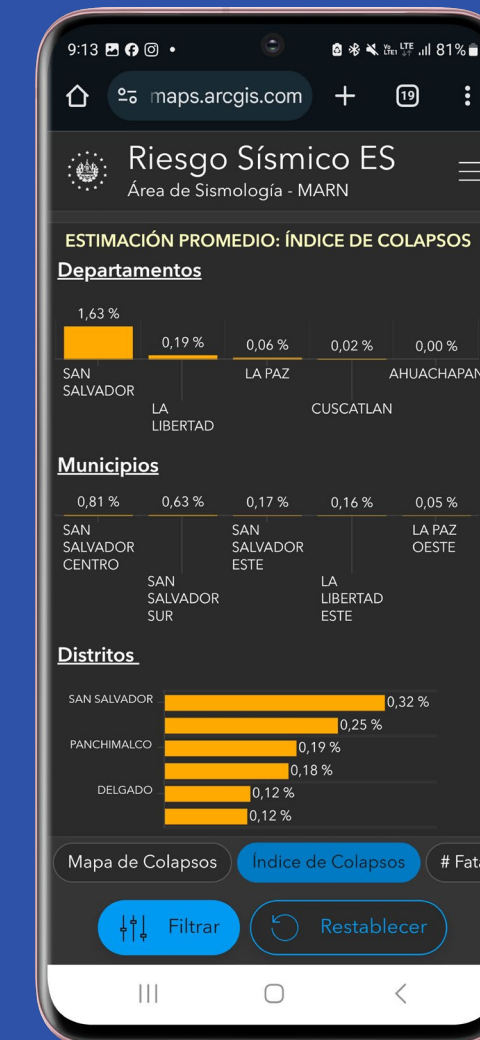
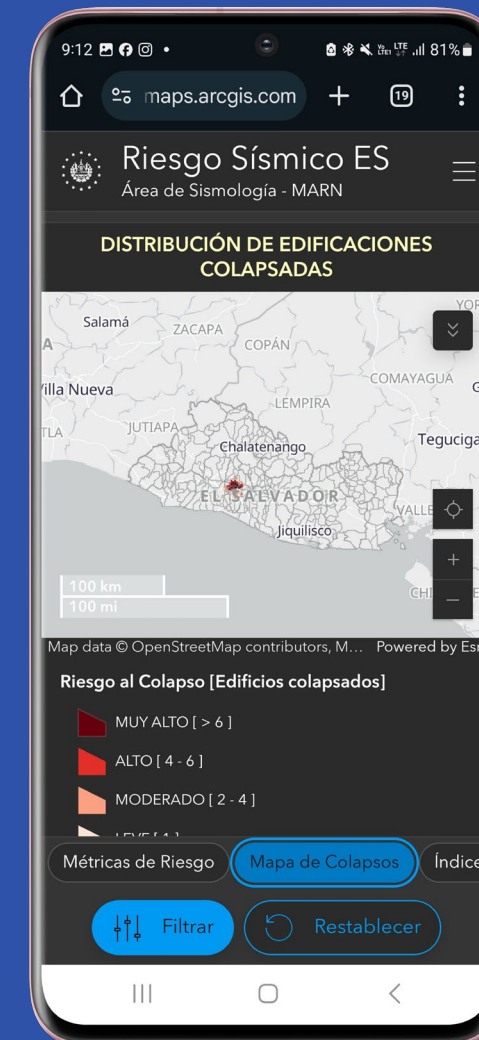
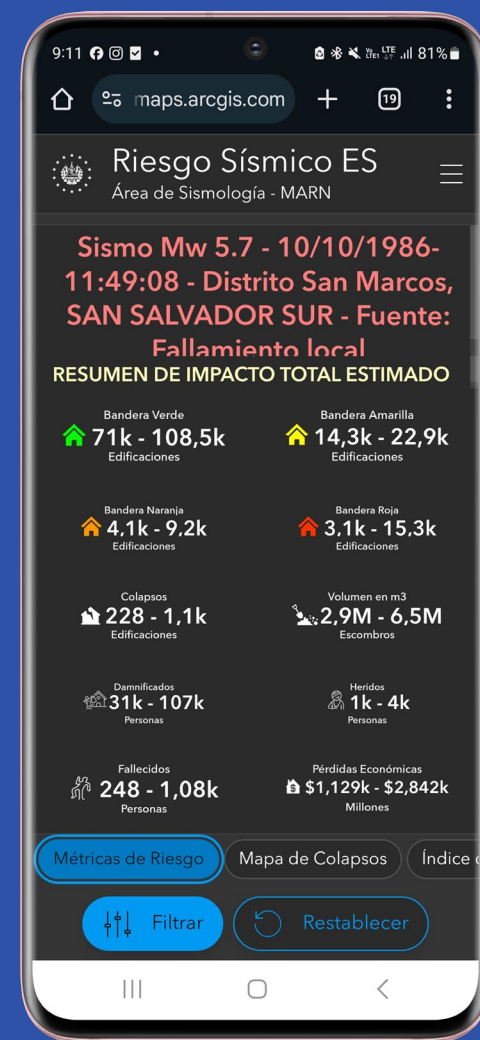
- Modelo de exposición.
- Calibración de las curvas de fragilidad.
- Afinación de los modelos de consecuencia.

Datos adicionales:

También se mejorará al integrar los levantamientos de daños proporcionados por Protección Civil.

Visión de Dashboard en un dispositivo móvil

Se accede al mismo enlace del Dashboard y se navega a lo largo de los diferentes componentes.



**Accede al
Dashboard y
responde lo
siguiente**



Dashboard Riesgo Sísmico Full

¿ Que distrito se vería más afectado en número de fallecidos, si ocurriese de nuevo un sismo similar al 13 de febrero de 2001?

¿Qué distrito tendría más número de fallecidos, si ocurriera un sismo similar al 13 de febrero de 2001?

Conéctate a menti

0 ✘ Guadalupe 0 ✘ Verapaz 0 ✘ Candelaria 0 ✔ Cojutepaque

Menti
SLV solo preguntas

The image shows a Menti poll interface. The main question is: "¿Qué distrito tendría más número de fallecidos, si ocurriera un sismo similar al 13 de febrero de 2001?". Below the question, there are four options: Guadalupe, Verapaz, Candelaria, and Cojutepaque. Each option has a score of 0. The Cojutepaque option has a green checkmark, indicating it is the correct answer. To the right of the main interface, there is a QR code and a mobile app interface showing the same poll. The mobile app interface includes a title "Menti", a subtitle "SLV solo preguntas", and a list of poll questions with QR codes.

¿ Que intensidad sísmica se alcanzaría en la zona de Santa Tecla, con el sismo del 13 de enero de 2001?

¿Que Intensidad sísmica se alcanzaría en la zona de Santa Tecla, con el sismo del 13 de enero?

Conéctate a menti

0 x 0 x 0 x 0 ✓

II IV VI VIII

Menti
SLV solo preguntas

Página web del Ministerio de Medio Ambiente con información del Proyecto FORCE

Martes 21 de Enero 2025, BINAES San Salvador



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Proyecto FORCE

(Pronóstico y Comunicación de Amenaza y Riesgo por Terremotos)
MARN-GEM

Introducción
Amenaza
Exposición
Vulnerabilidad
Riesgo

Talleres

Fortaleciendo Capacidades para la Resiliencia Sísmica en El Salvador

El Proyecto FORCE surge como parte de una ambiciosa iniciativa respaldada por la Oficina de Asistencia Humanitaria de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (BHA/USAID). Este proyecto ha permitido al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN) trabajar en estrecha colaboración con el Global Earthquake Model (GEM) y la Universidad de El Salvador (UES), generando un impacto significativo en la capacidad del país para enfrentar los riesgos sísmicos. Iniciado en octubre de 2022 y con una duración proyectada hasta marzo de 2025, el Proyecto FORCE representa una alianza estratégica y un paso crucial hacia una El Salvador más resiliente y preparada para los desafíos sísmicos del futuro.

Objetivo del Proyecto FORCE

El principal objetivo del Proyecto FORCE es mejorar las capacidades para modelar la amenaza y el riesgo sísmico mediante la incorporación de evaluaciones de riesgo futuro, la inclusión de infraestructura reciente en los modelos de exposición, y la consideración de las fragilidades en las tipologías estructurales comunes de El Salvador. Además, se enfoca en desarrollar herramientas de comunicación y difusión para maximizar la transferencia de información sobre riesgo sísmico, apoyando así la formulación de políticas públicas basadas en datos y análisis científicos. Este trabajo ha llevado a la creación de perfiles de respuesta (destinados a estimaciones rápidas de daños y pérdidas tras un terremoto específico) y perfiles de mitigación (orientados a reducir el riesgo sísmico futuro basándose en un enfoque probabilístico). Estos perfiles se han integrado en un Dashboard interactivo que facilita la visualización de métricas de riesgo y permite una toma de decisiones informada para los diferentes sectores del Estado, promoviendo así respuestas ágiles y fundamentadas ante eventos sísmicos.

Equipo de MARN y UES
Coordinador: Luis Ernesto Mixco Durán
Expertos y Técnicos: Lisandro López y Manuel López

Equipo de GEM
Coordinadora: Catalina Yepes
Expertos y Técnicos: Alejandro Calderón, Catarina Costa, Christopher Brooks, Kendra Johnson, Kirsty Bayliss, Lana Todorović, Manuela Villani, Marco Pagani, Richard Stayron, Stanley Gonzalez y Vitor Silva.

Modelo de Riesgo Sísmico a nivel nacional

[Descargar](#)

Proyecto FORCE

(Pronóstico y Comunicación de Amenaza y Riesgo por Terremotos)
MARN-GEM

Introducción
Amenaza
Exposición
Vulnerabilidad
Riesgo

Talleres

¿Qué es el riesgo sísmico?

Según la UNDRR (2022), el riesgo surge de la interacción entre exposición y vulnerabilidad, manifestándose cuando poblaciones con limitada resiliencia y capacidad de adaptación habitan en zonas amenazadas por eventos naturales extremos o impactos del cambio climático. Así, los desastres no dependen solo de la intensidad de los peligros, sino también de la vulnerabilidad de las sociedades expuestas (WorldRiskReport 2011).

La evaluación del riesgo sísmico se basa en tres componentes clave: amenaza sísmica (incluyendo la amplificación por el suelo), exposición de infraestructura y población, y vulnerabilidad de estas frente a los efectos del sismo. Este análisis permite cuantificar el impacto potencial en edificaciones, ocupantes y las pérdidas económicas asociadas en caso de eventos destructivos.

El riesgo sísmico, en términos cualitativos, surge de la superposición de la vulnerabilidad y la amenaza sísmica en el inventario nacional.

Este mapa es el resultado de trasladar el inventario nacional en las 4 categorías de vulnerabilidad (colores azules) con las 4 categorías de amenaza sísmica. El resultado revela la cantidad de edificaciones que están en alto riesgo (colores azul y morado oscuro), por ser altamente vulnerables y expuesto a una amenaza sísmica significativa.

Mapa de Edificaciones Expuestas a la Amenaza y Vulnerabilidad Sísmica

<https://snet.gob.sv/informacion/?area=sismologia>

Página web del Ministerio de Medio Ambiente con información del Proyecto FORCE

Martes 21 de Enero 2025, BINAES San Salvador



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Proyecto FORCE

(Pronóstico y Comunicación de Amenaza y Riesgo por Terremotos)

MARN-GEM

Introducción
Amenaza
Exposición
Vulnerabilidad
Riesgo

¿Qué es la amenaza sísmica?

La amenaza sísmica se refiere a la probabilidad de que una agitación fuerte del terreno, causada por un terremoto, ocurra dentro de un periodo de tiempo determinado.

Este mapa ilustra la intensidad de la agitación que se puede sentir en El Salvador superponiendo la cantidad de activos expuestos. Esta agitación tiene una probabilidad de ocurrir del 10% en 50 años, asumiendo un suelo rígido. Esta intensidad puede ser amplificada en suelos blandos. La agitación se expresa en unidades de la gravedad (g).

Este mapa, desarrollado bajo un enfoque probabilístico, utilizando un catálogo sísmico histórico actualizado, una caracterización local del movimiento fuerte mediante modelos de predicción ajustados a registros acelerográficos propios y un modelo avanzado de fuentes sísmicas. Este último abarca tanto la zona de subducción como la corteza superficial activa, integrando la sismicidad de fondo y el movimiento de fallas geológicas. Durante su desarrollo, se incorporó un análisis riguroso de la incertidumbre inherente en los datos, garantizando resultados más confiables.

Amenaza sísmica en ciudades y cabeceras principales

San Salvador	San José	San Miguel	San Teodoro	San Vicente	Atacapasán	La Unión	San Marcos	Chalchuapán
0.15 g	0.20 g	0.30 g	0.25 g	0.35 g	0.30 g	0.35 g	0.35 g	0.40 g

Proyecto FORCE

(Pronóstico y Comunicación de Amenaza y Riesgo por Terremotos)

MARN-GEM

Introducción
Amenaza
Exposición
Vulnerabilidad
Riesgo

Talleres de OpenQuake para calcular riesgo sísmico

Los talleres de OpenQuake sobre riesgo sísmico, organizados por la Fundación Global Earthquake Model (GEM), son capacitaciones técnicas que combinan teoría y práctica en la evaluación del riesgo sísmico. Estos talleres se han llevado a cabo tanto de manera presencial en El Salvador como de forma remota, permitiendo a los participantes adquirir conocimientos clave y aplicar el software OpenQuake en sus propios equipos.

Contenido de los talleres:

- Conceptos teóricos:** Se abordan los fundamentos de la evaluación del riesgo sísmico, incluyendo la modelación de amenazas, vulnerabilidades y exposición.
- Prácticas con OpenQuake:** Los asistentes aprenden a utilizar el software OpenQuake Engine, una herramienta de código abierto desarrollada por GEM para modelar amenazas y riesgos sísmicos.
- Aplicaciones prácticas:** Se realizan ejercicios que simulan escenarios sísmicos, permitiendo a los participantes comprender cómo generar mapas de riesgo, estimar pérdidas potenciales y evaluar la resiliencia de infraestructuras.

Recursos disponibles:

Para facilitar el aprendizaje y la aplicación de los conocimientos adquiridos, se proporciona a los participantes una serie de materiales descargables, incluyendo: **Archivos de entrada:** Datos necesarios para ejecutar los ejercicios prácticos en OpenQuake, adaptados a las características específicas de cada taller. **Materiales adicionales:** Presentaciones, estudios de caso y otros recursos que complementan la formación.

Talleres realizados en El Salvador:

Fecha: Martes, 09 de enero de 2024
 Lugar: ITCA-FEPADE, San Salvador, El Salvador
 Modalidad: Presencial
 Recursos disponibles: - Archivos de entrada - Taller 09 de enero 2024

Fecha: Jueves, 23 de enero de 2025
 Lugar: Campos de Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador
 Modalidad: Presencial
 Recursos disponibles: - Archivos de entrada - Taller 25 de enero 2025

<https://snet.gob.sv/informacion/?area=sismologia>

An aerial photograph of a city, likely Mexico City, showing a dense urban landscape with numerous buildings and a winding road. The city is set against a backdrop of rolling hills and mountains. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue gradient. Centered in the image is the text "¡Gracias!" in a large, white, bold, sans-serif font with a subtle drop shadow.

¡Gracias!