

Universidad Nacional de Ingeniería

Congreso de la República

Área de Despacho Parlamentario

Auditorio Alberto Andrade Carmona – Juan Santos Atahualpa

27 de mayo de 2025

**Conferencia: Innovación y Articulación para la
Gestión del Riesgo de Desastres**

Investigaciones de Alto Nivel Científico para la Gestión del Riesgo de Desastres

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas
y Mitigación de Desastres – CISMID
Facultad de Ingeniería Civil



PhD. Miguel Estrada Mendoza, MSc. Ing.

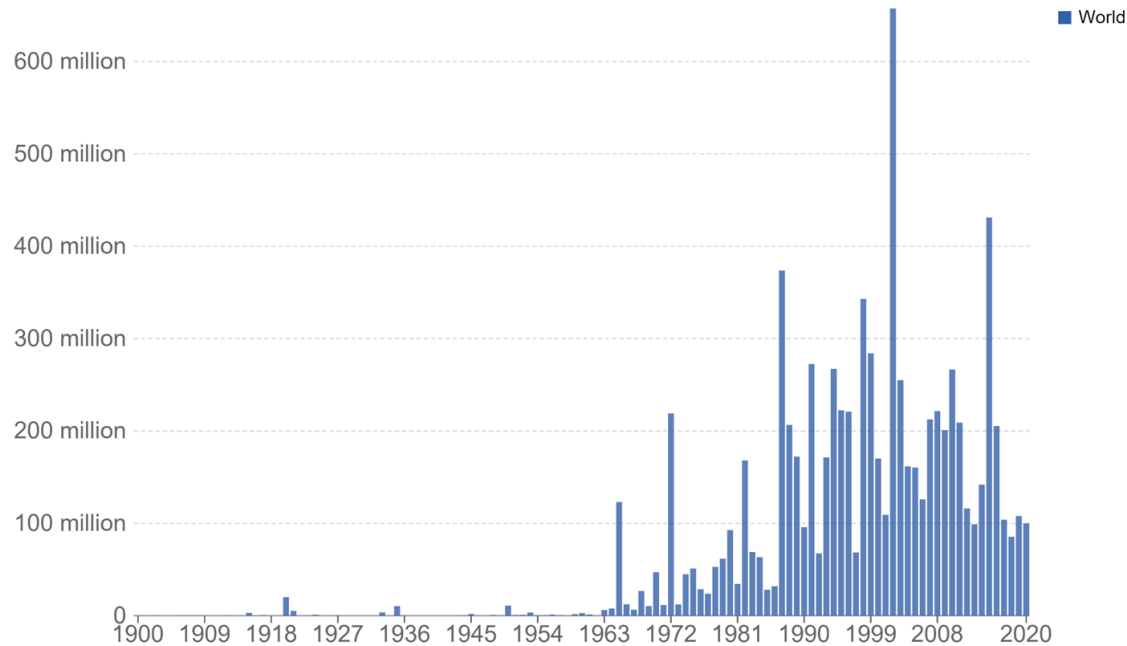


Consecuencias de los Desastres en el Mundo

Personas afectadas

Number of total people affected by disasters

Disasters include all geophysical, meteorological and climate events including earthquakes, volcanic activity, landslides, drought, wildfires, storms, and flooding. The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.



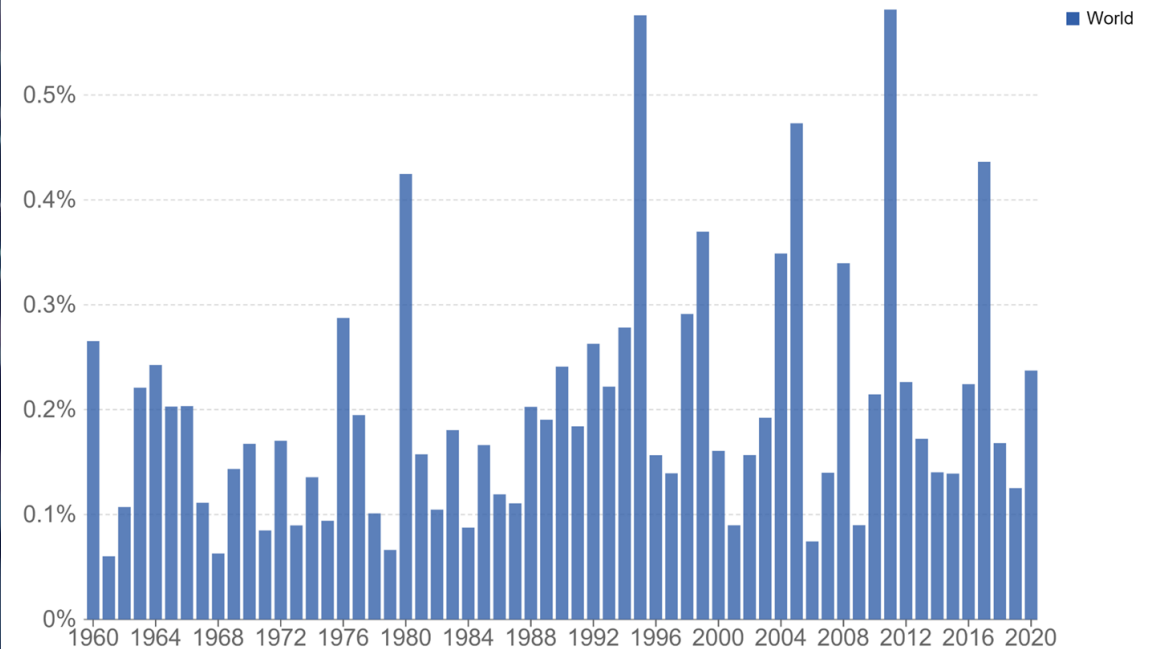
Source: Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – www.emdat.be (D. Guha-Sapir)

CC BY

Daño Económico

Total economic damages from disasters as a share of GDP, World

Disasters include all geophysical, meteorological and climate events including earthquakes, volcanic activity, landslides, drought, wildfires, storms, and flooding.



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

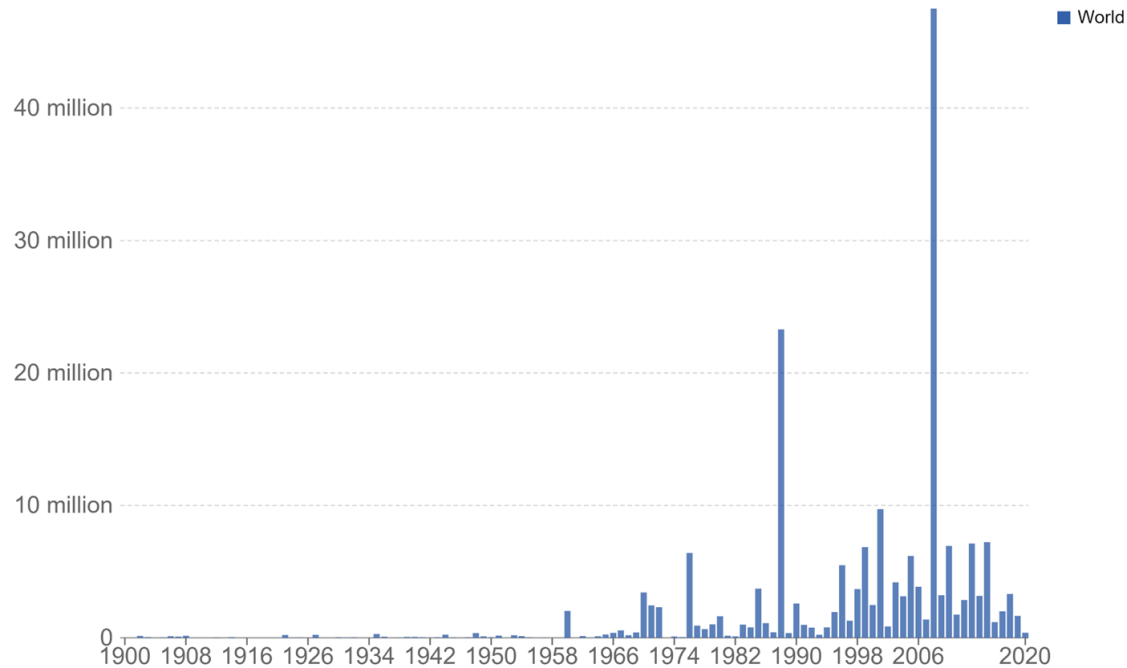
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de los Terremotos en el Mundo

Personas afectadas

Number of total people affected by earthquakes

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis. The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.



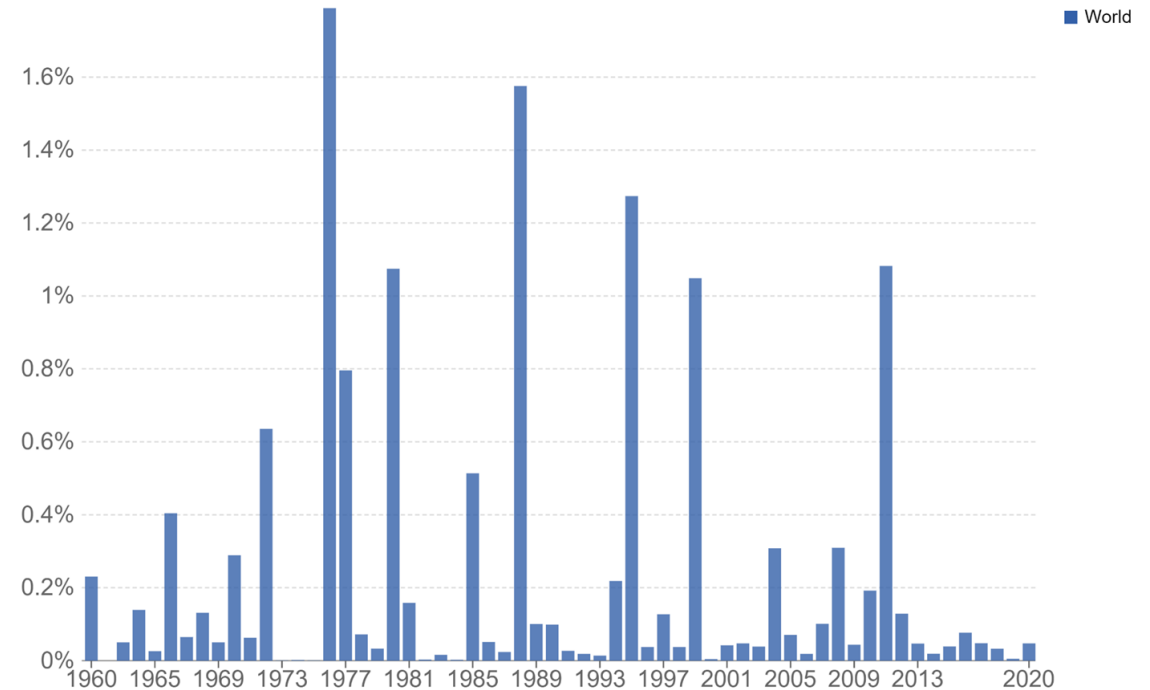
Source: Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – www.emdat.be (D. Guha-Sapir)

CC BY

Daño Económico

Total economic damages from earthquakes as a share of GDP

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis.



Source: Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – www.emdat.be (D. Guha-Sapir)

CC BY

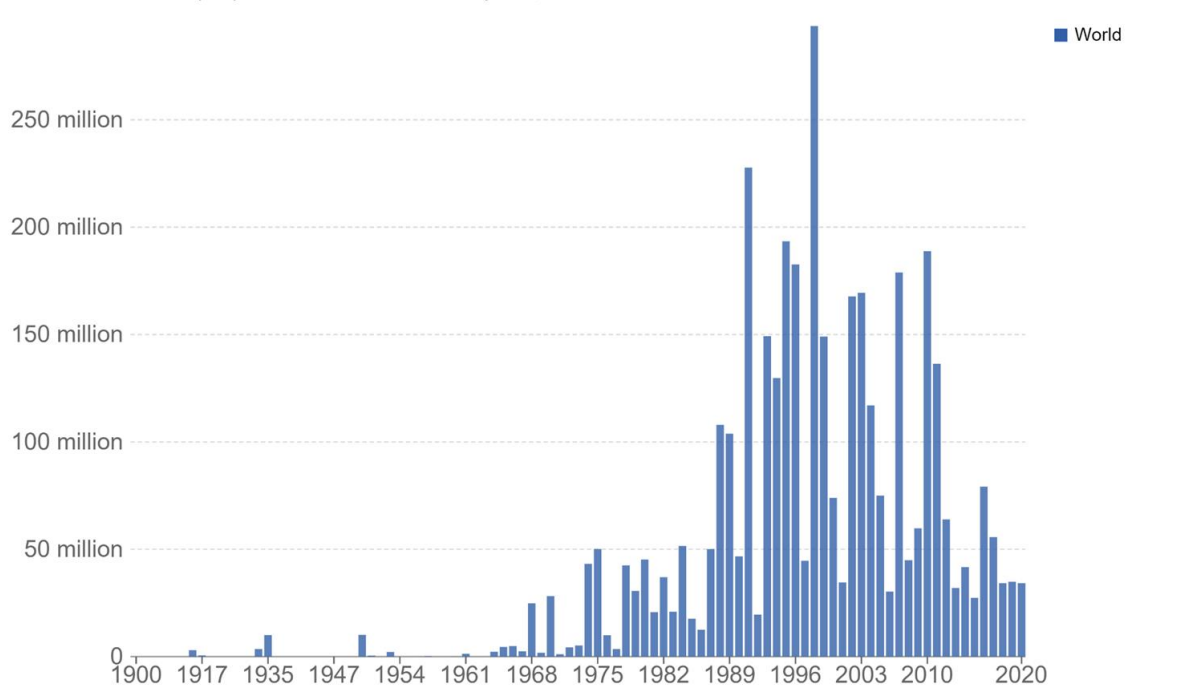
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de las Inundaciones en el Mundo

Personas afectadas

Number of total people affected by floods, World

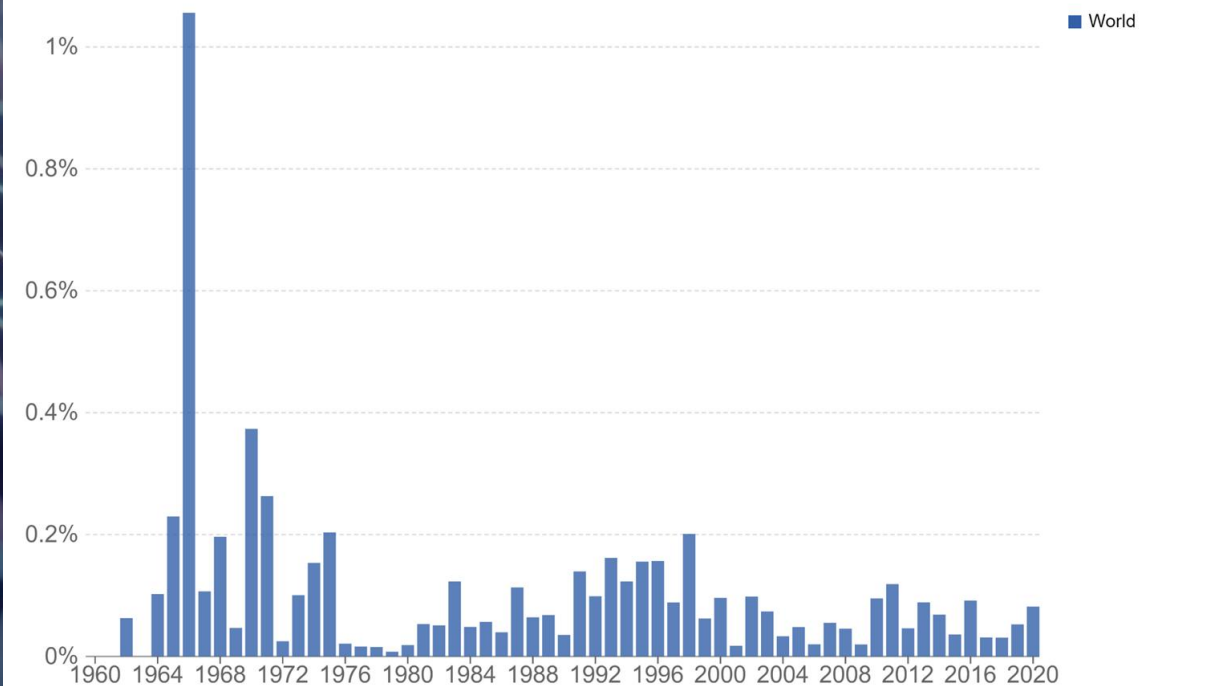
The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

Daño Económico

Total economic damages from floods as a share of GDP, World



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

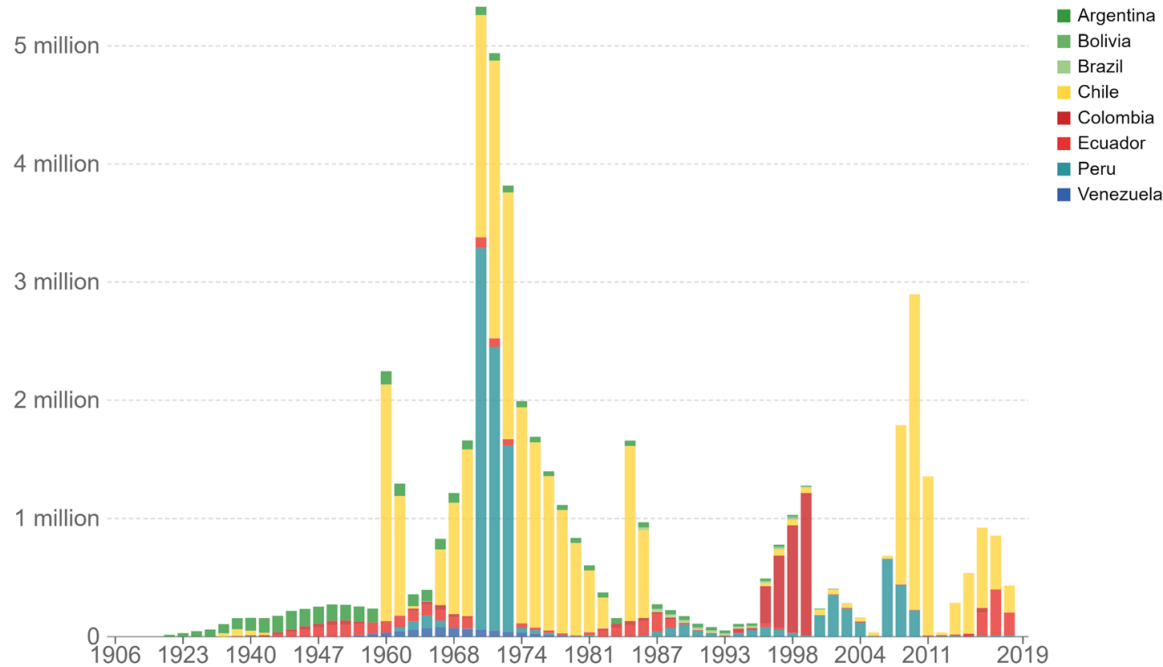
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de los Terremotos en Sudamérica

Personas afectadas

Number of total people affected by earthquakes

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis. The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.



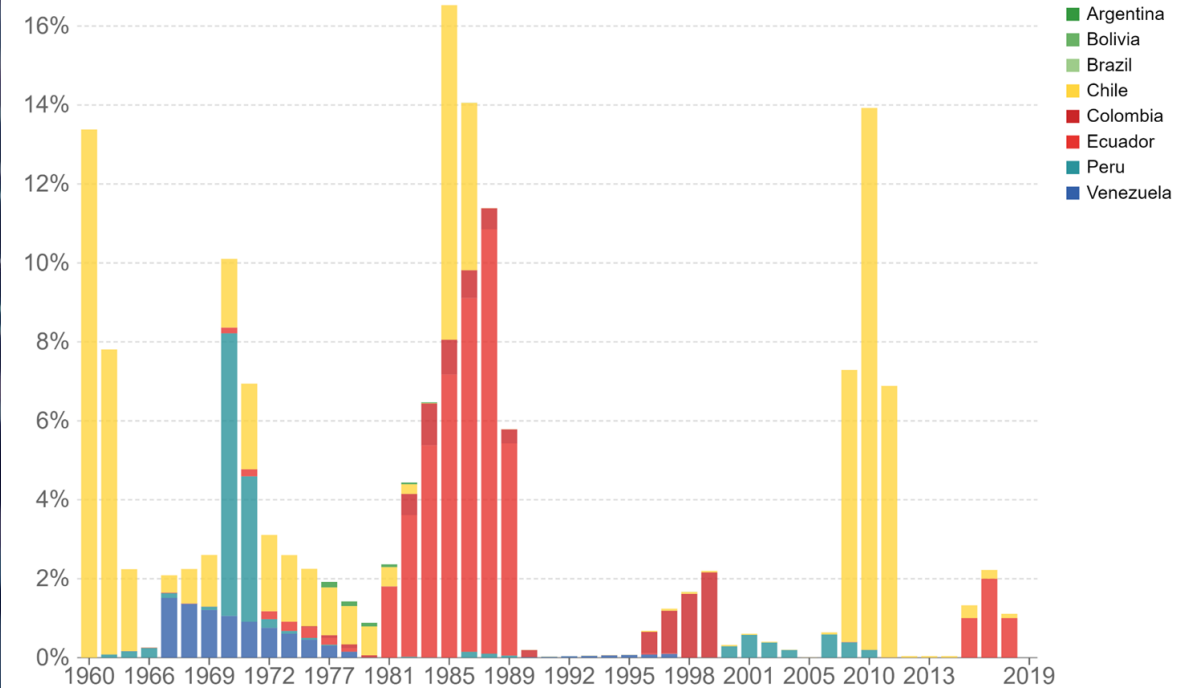
Our World
in Data

CC BY

Daño Económico

Total economic damages from earthquakes as a share of GDP

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis.



Our World
in Data

CC BY

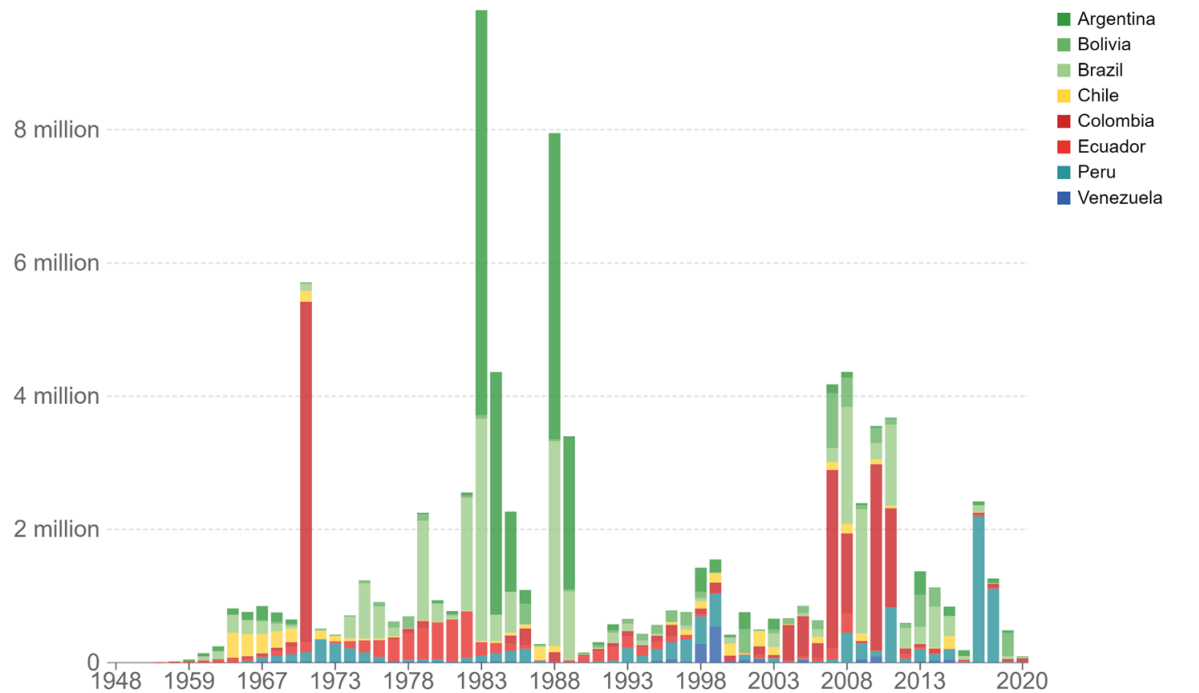
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de las Inundaciones en Sudamérica

Personas afectadas

Number of total people affected by floods

The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.

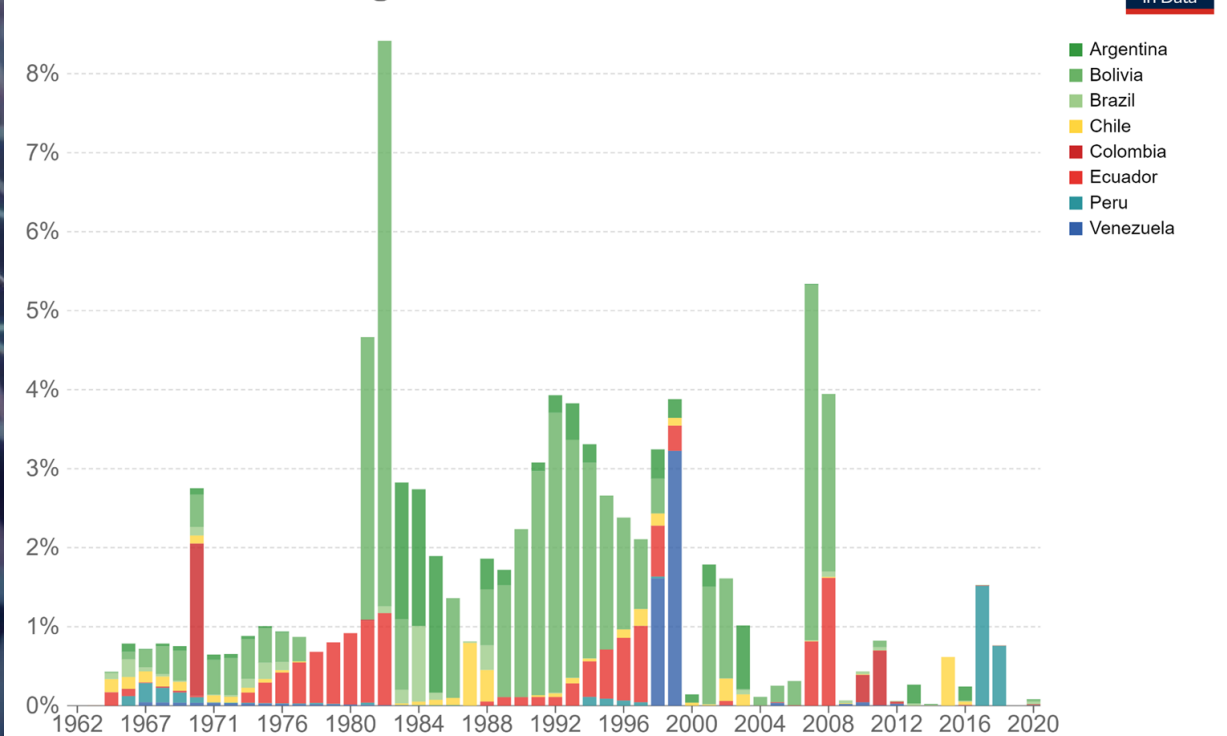


Source: Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – www.emdat.be (D. Guha-Sapir)

CC BY

Daño Económico

Total economic damages from floods as a share of GDP



Source: Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – www.emdat.be (D. Guha-Sapir)

CC BY

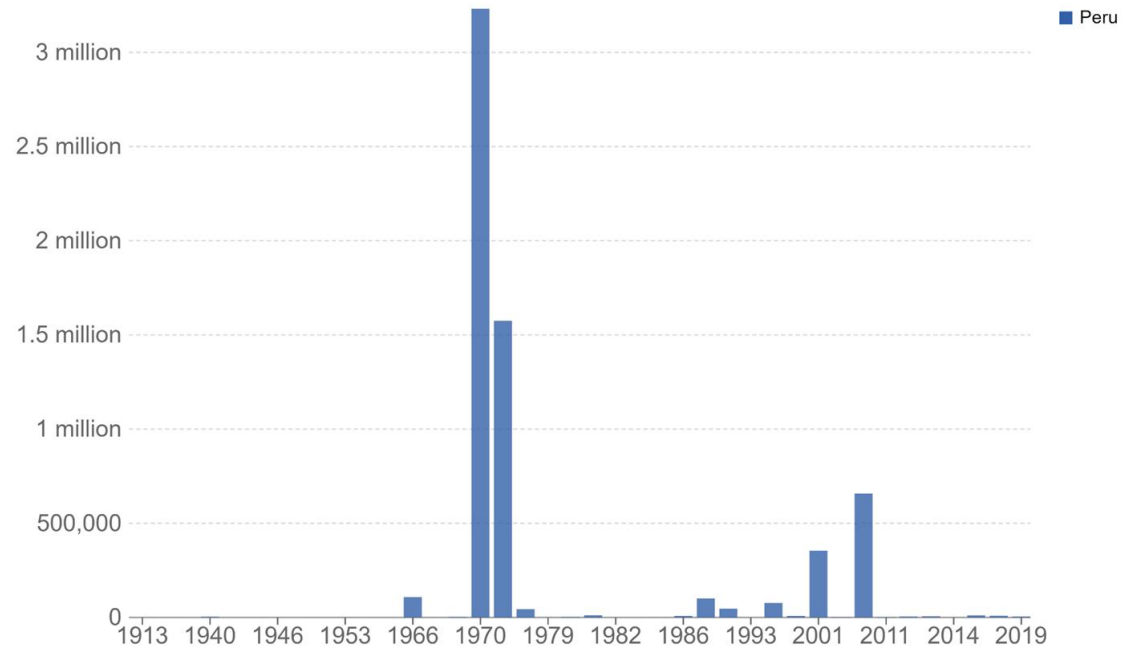
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de los Terremotos en el Perú

Personas afectadas

Number of total people affected by earthquakes, Peru

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis. The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.

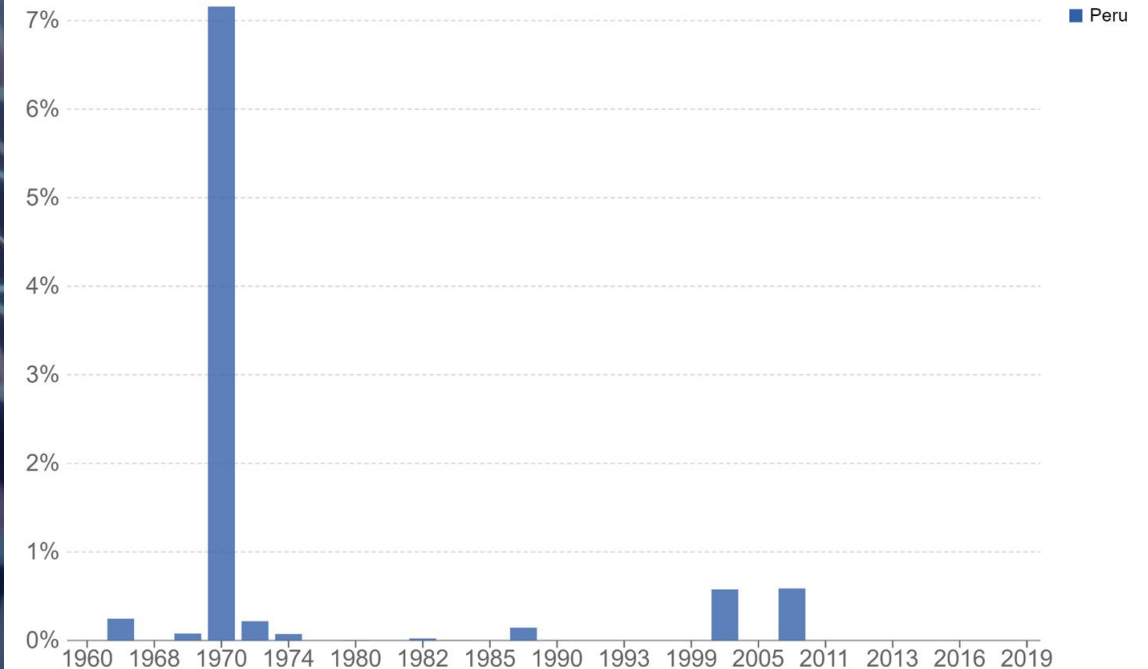


Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

Daño Económico

Total economic damages from earthquakes as a share of GDP, Peru

Earthquakes include the impacts of earthquake events, aftershocks and tsunamis.



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

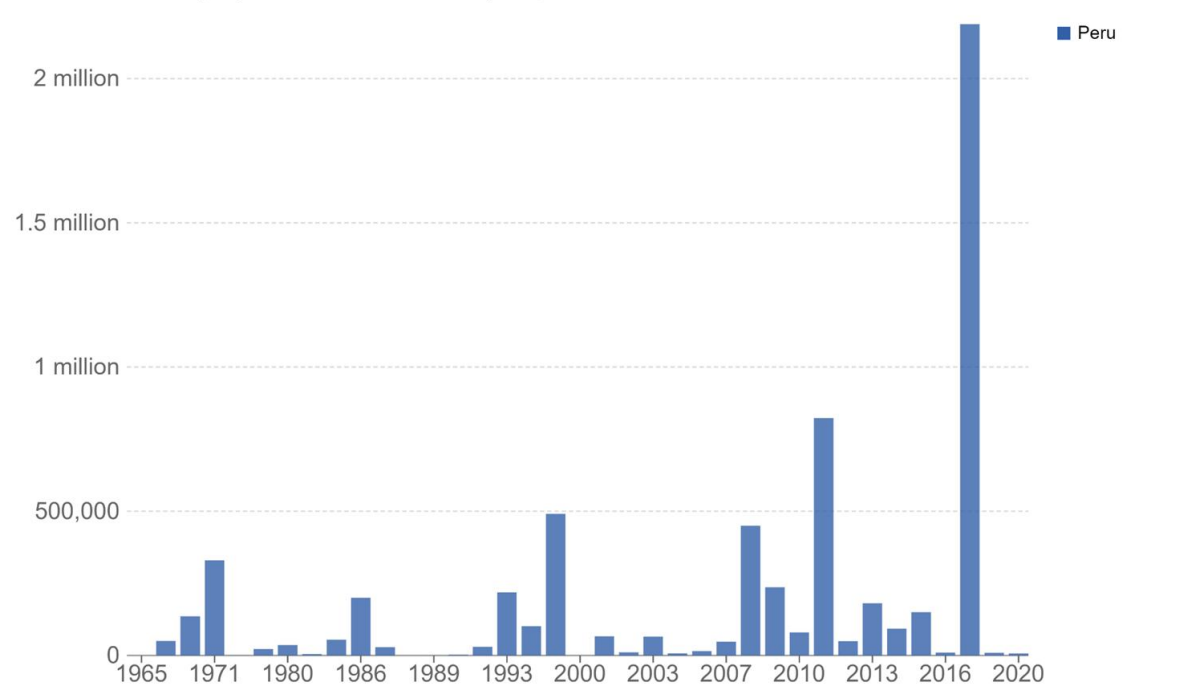
Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Consecuencias de las Inundaciones en el Perú

Personas afectadas

Number of total people affected by floods, Peru

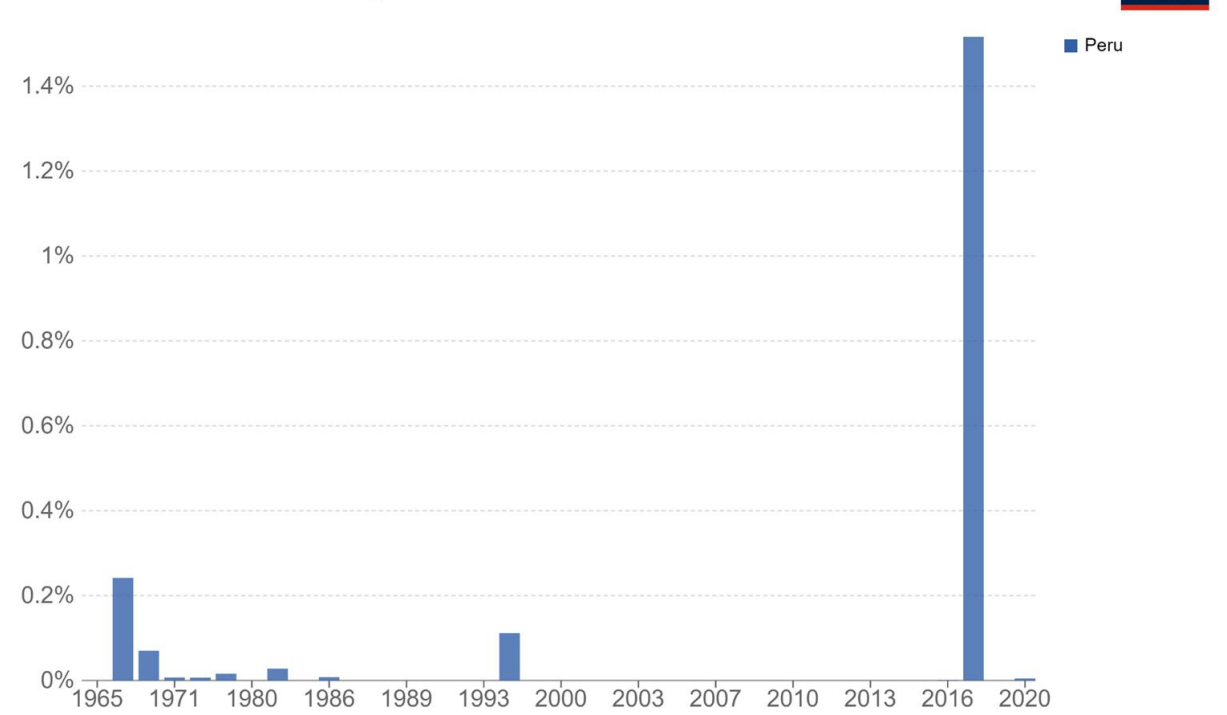
The total number of people affected is the sum of injured, affected and homeless.



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

Daño Económico

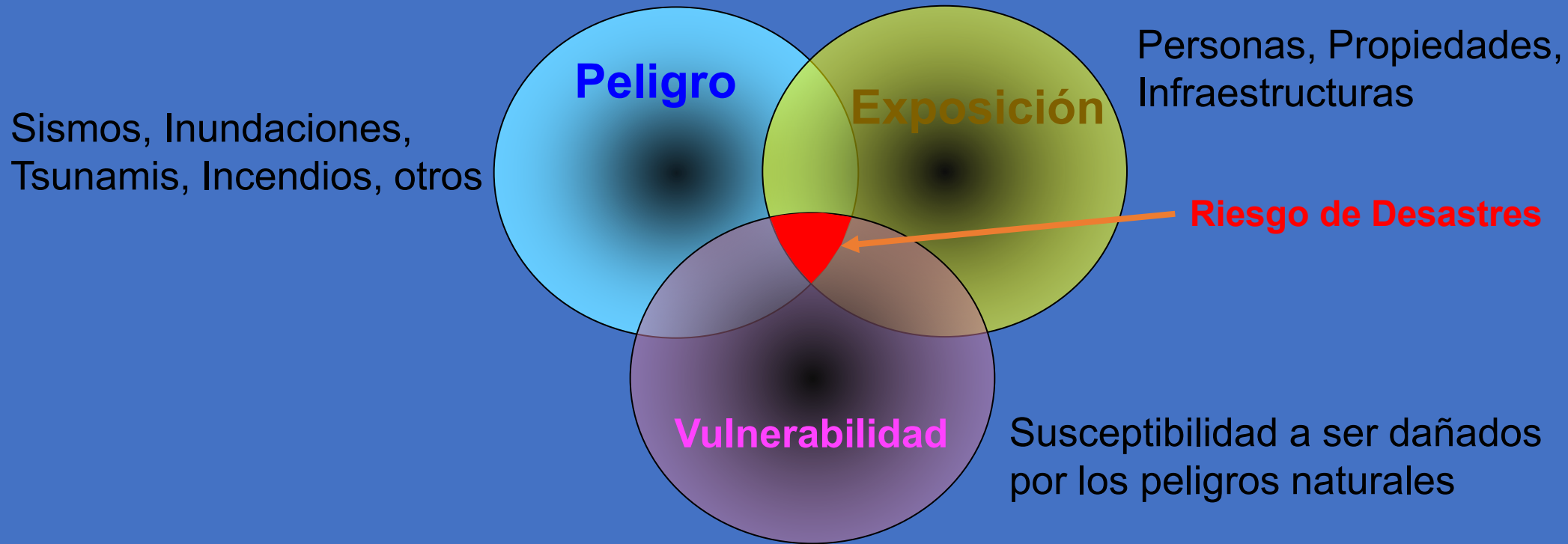
Total economic damages from floods as a share of GDP, Peru



Source: Calculated by Our World in Data based on EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium – (D. Guha-Sapir)
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

Fuente: Our World in Data: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

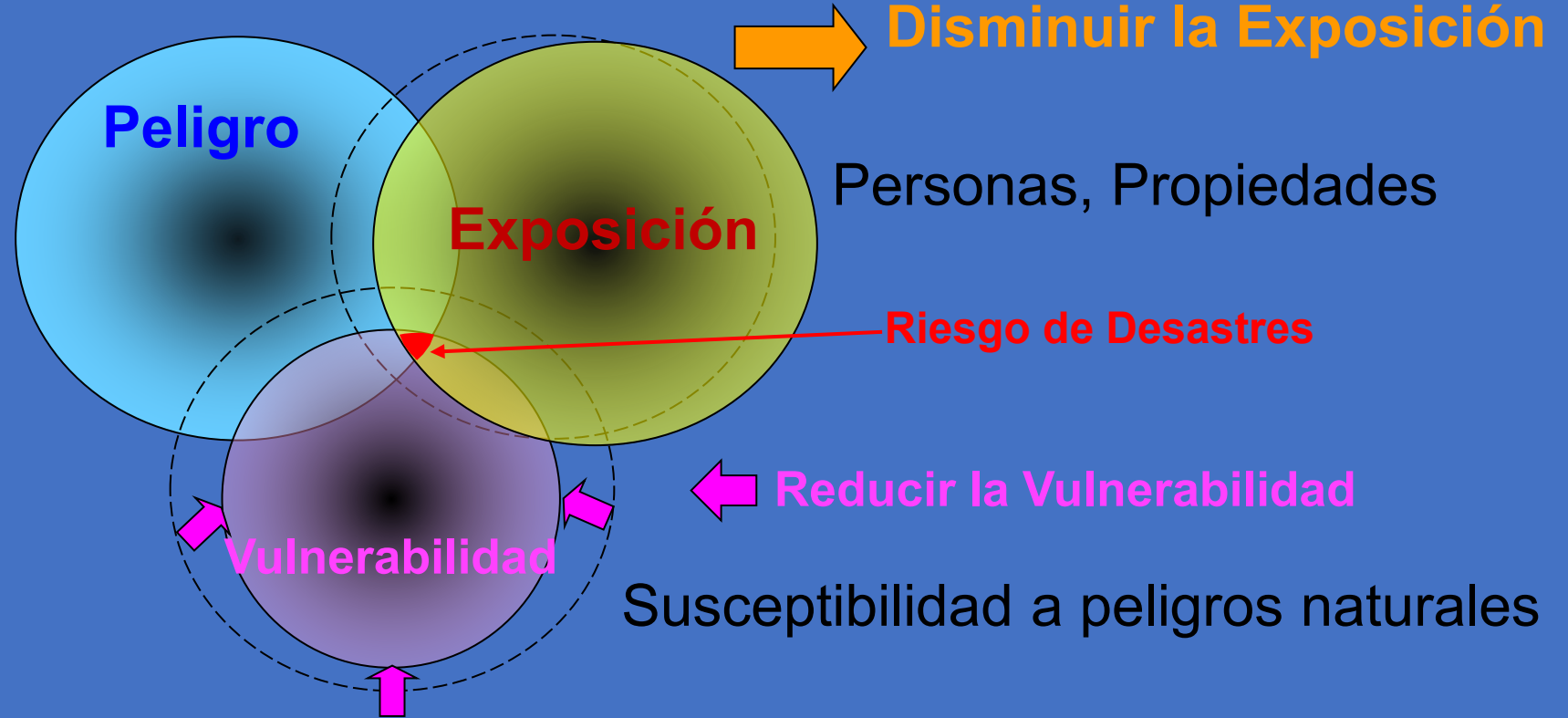
Mecanismo Detrás del Nacimiento de un Desastre



Riesgo = Función (**Peligro**, **Exposición**, **Vulnerabilidad**)

Estrategias para Reducir los Efectos de un Desastre

Sismos, Inundación,
Tsunamis, Incendios

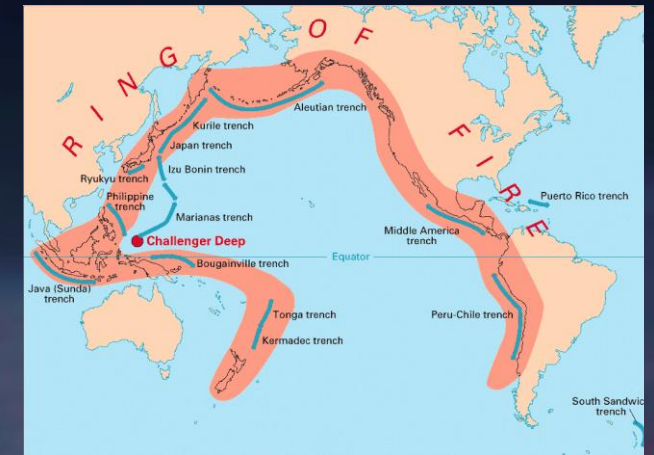


↓ **Riesgo** = Función (**Peligro**, **Exposición**, **Vulnerabilidad**)

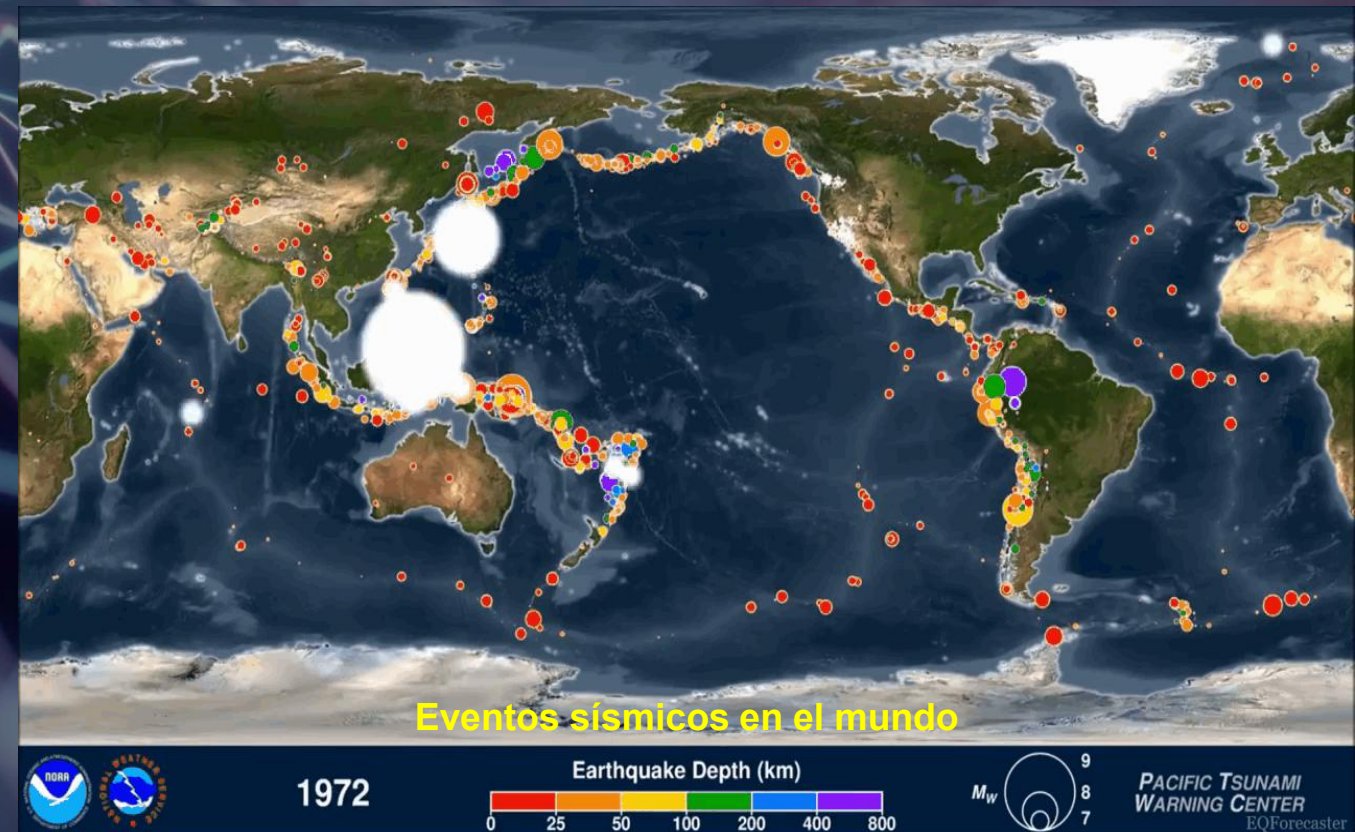
Actividad Sísmica – Tectónicas Placas

Cinturón de Fuego del Pacífico

Zona caracterizada por poseer un alto registro de actividad sísmica y volcánica.



Fuente: Pacific Tsunami Warning Center
Cortesía: Dr. Zenón Aguilar Bardales



Sismos Recientes en Perú



NAZCA 1996



MOQUEGUA 2001



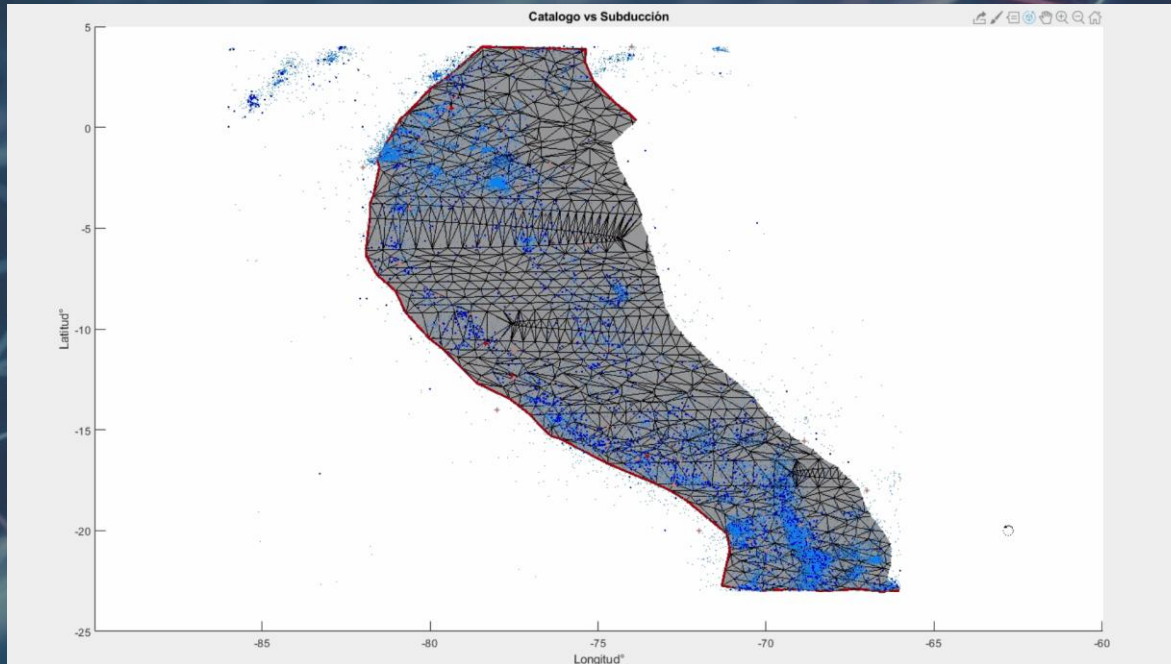
PISCO 2007

- **Sin Prevención** = Mayores pérdidas de vidas y materiales. Mayor Costo de Reconstrucción.
- **Con Prevención** = Menores pérdidas de vidas y materiales. Menor Costo en Reconstrucción.

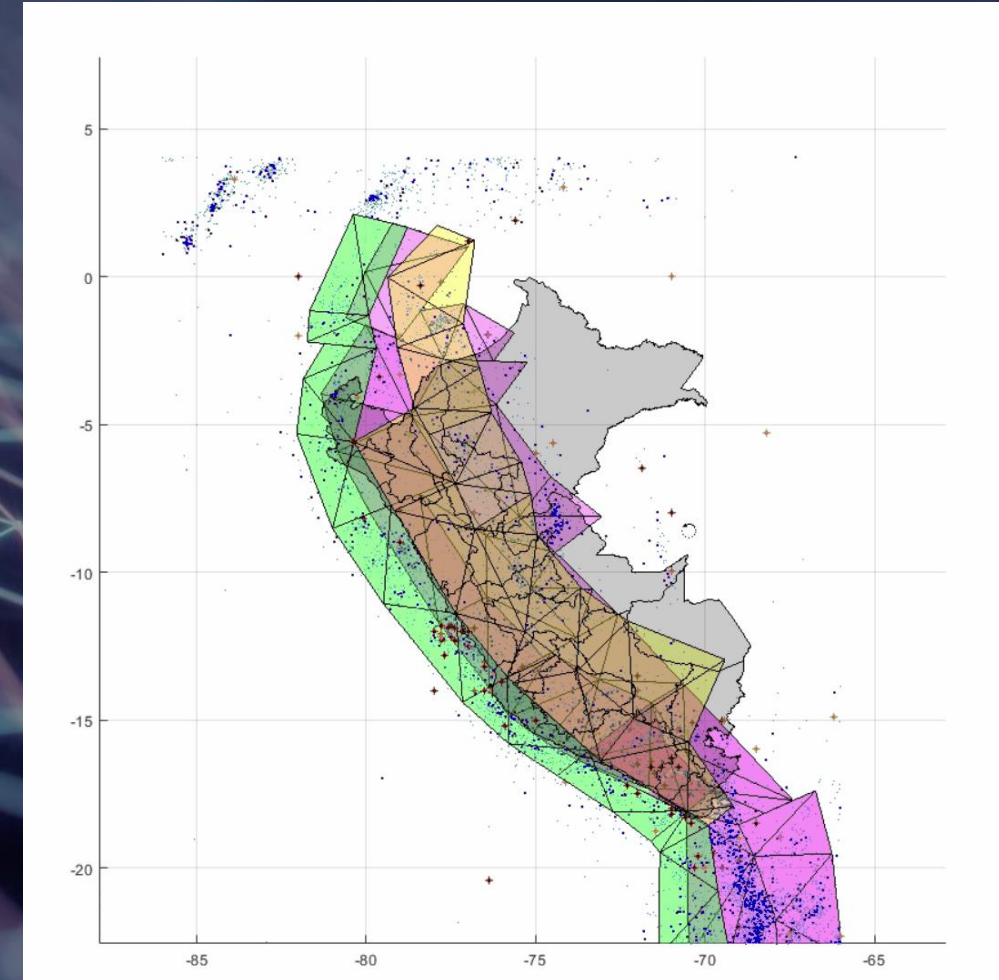
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL CATÁLOGO SÍSMICO

Se presentan las siguientes gráficas :

- Latitud y Longitud vs Profundidad
- Histograma de profundidad
- Histograma de profundidades por defecto
- Contraste del catálogo vs superficie de subducción



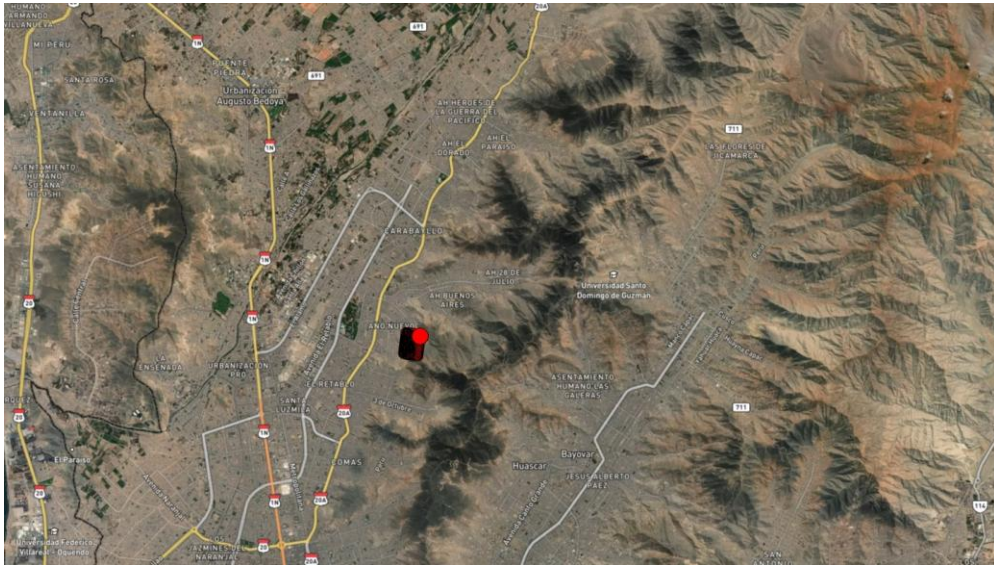
Fuente: Dr. Zenón Aguilar Bardales



Fuentes sismogénicas de subducción
Aguilar et al. (2017)

Levantamiento Fotogramétrico con Drones

Topografía de Alta Precisión para la Generación del Gemelo Digital



Vuelo y restitución fotogramétrica



Modelo Digital de Elevación

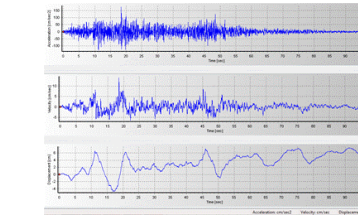
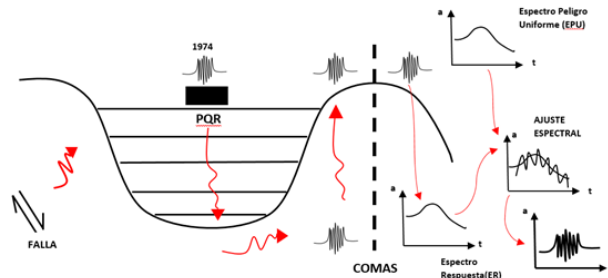
DINÁMICA DEL MOVIMIENTO EN LADERAS

Recolección de la data

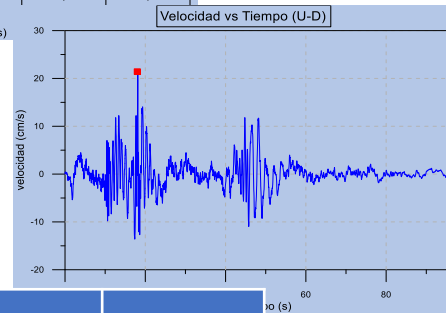
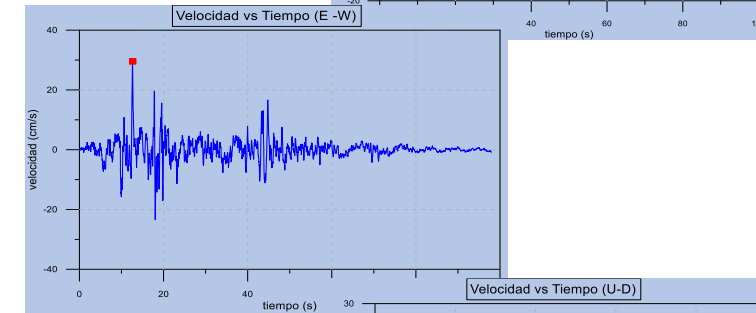
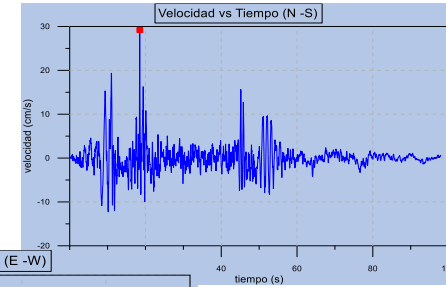
Análisis dinámico del movimiento en laderas

Tratamiento y procesamiento de los acelerogramas

Resultados



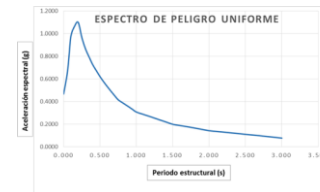
SeismoSignal



SeismoMatch

Sismo de 1974:
- 3 octubre - Lima
- Magnitud: 6.6 mb
- PGA:194.1 cm/s(0.20g)

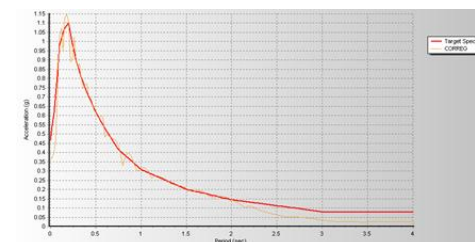
Los espectros son diseño basados en formas que se escalan con la aceleración pico del suelo conducen a una distribución no uniforme del peligro. A lo largo del espectro distribución de aceleraciones y ordenadas espectrales para todo el País correspondientes a un periodo de retorno de 475 años.



Suelo denso o Roca
Vs30 mayor a 750 m/s



Página Web de SENCICO



Dirección	Acc(g)	V(m/s)
NS=	0.570	0.356
EW=	0.527	0.352
UP=	0.51	0.258

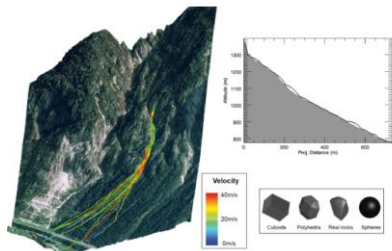
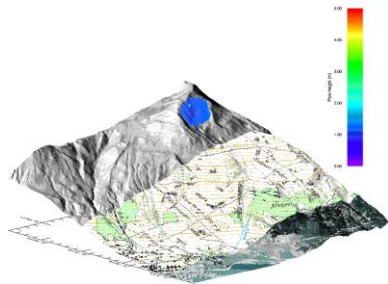
MODELADO DE LA CAÍDA DE ROCAS CON EL SOFTWARE RAMMS ROCKFALL 1.6.70

SOFTWARE

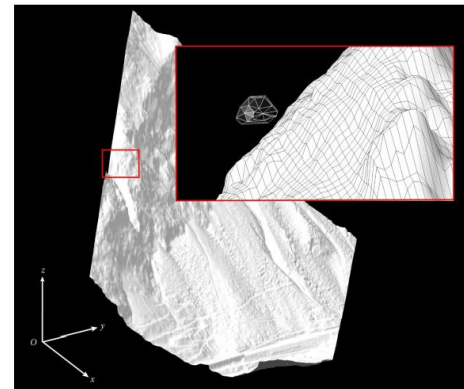
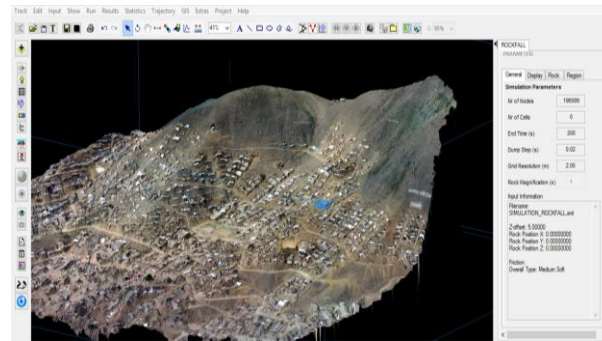


Two-dimensional dynamics modeling
of rapid mass movements
in 3D alpine terrain

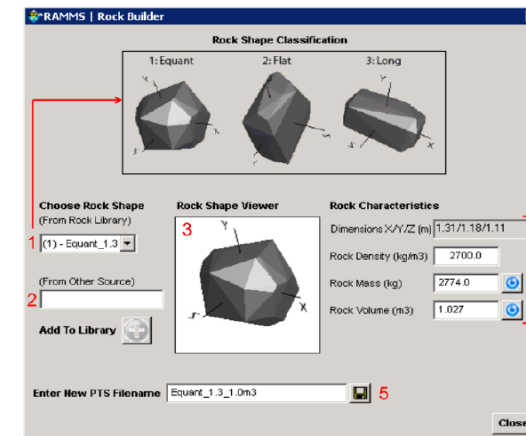
A valuable tool for research and practice



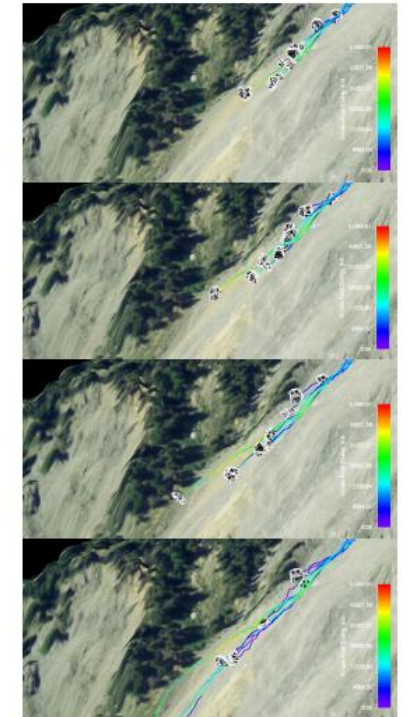
INTERFAZ



MODELOS DE ROCAS

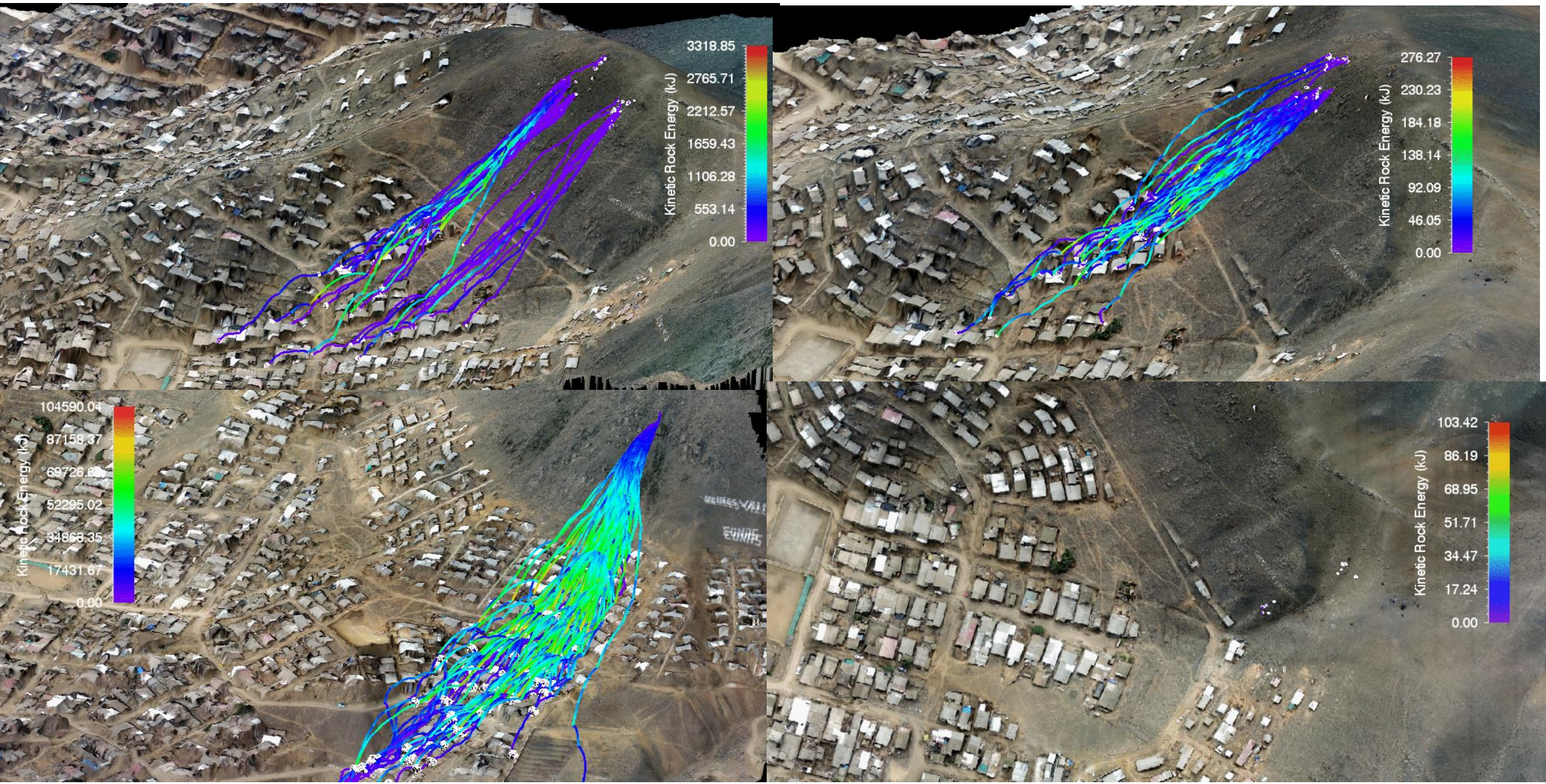


REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS

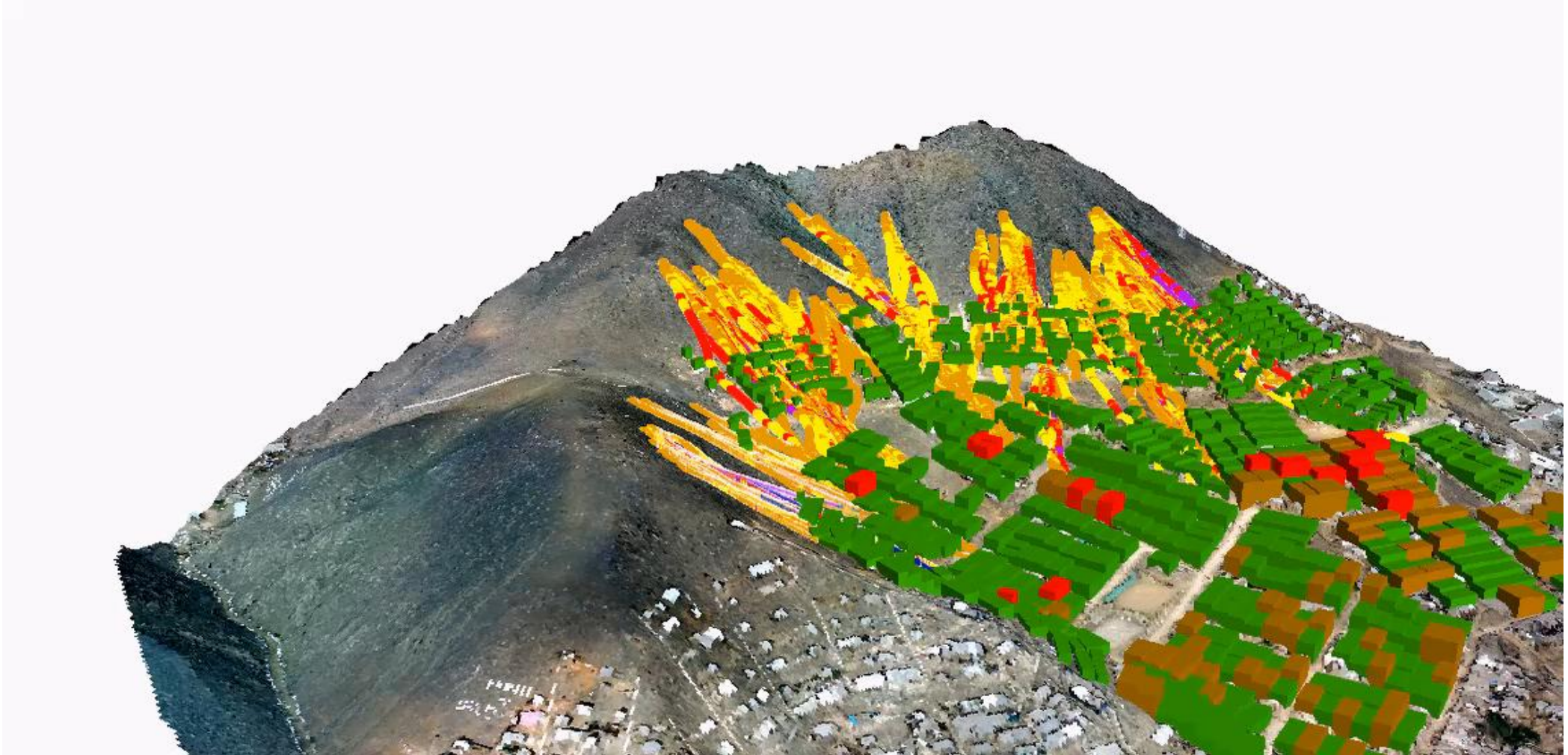


Gama de colores
representando los
diferentes valores de
energía cinética.

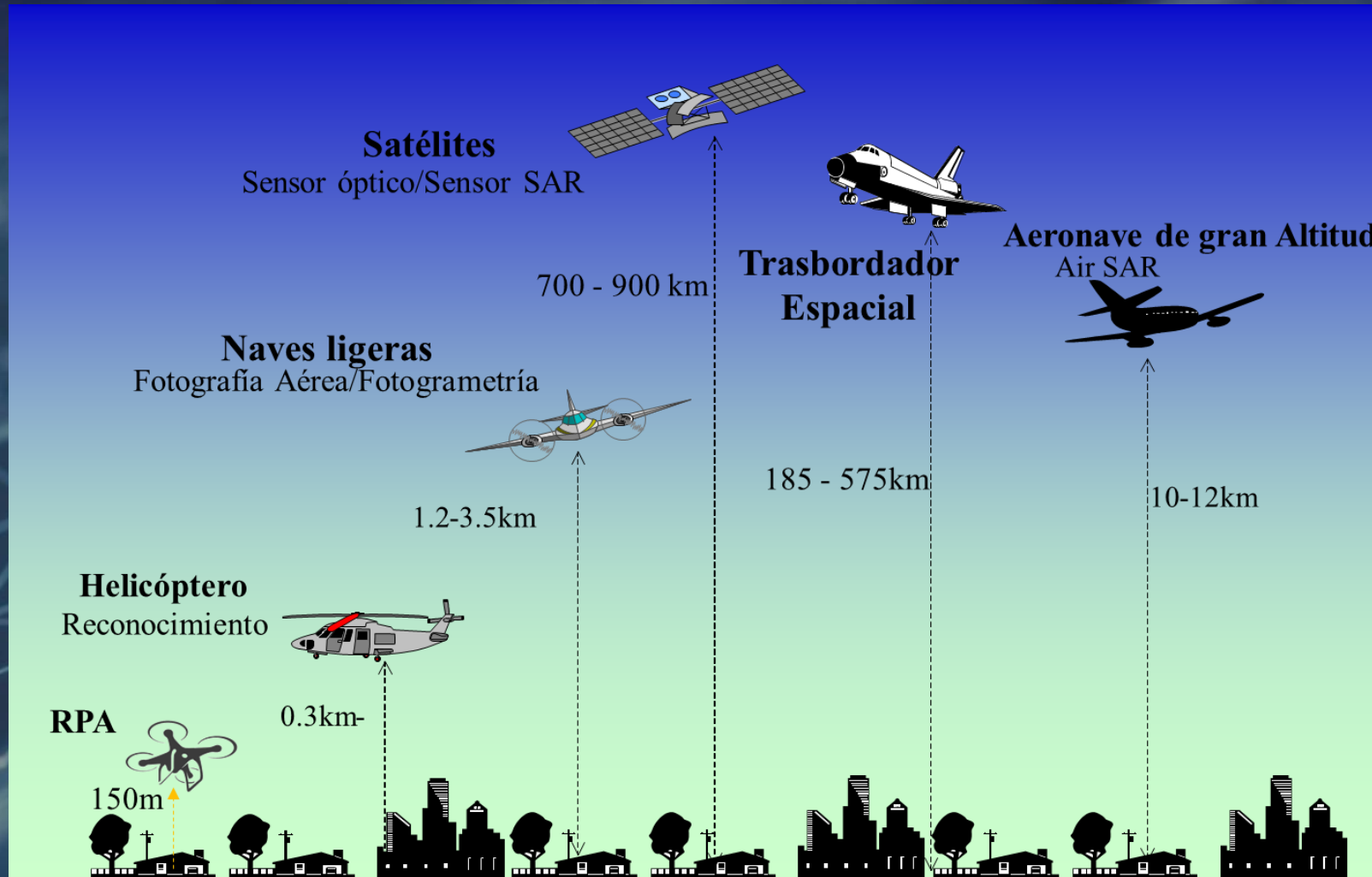
RESULTADOS DEL MODELAMIENTO



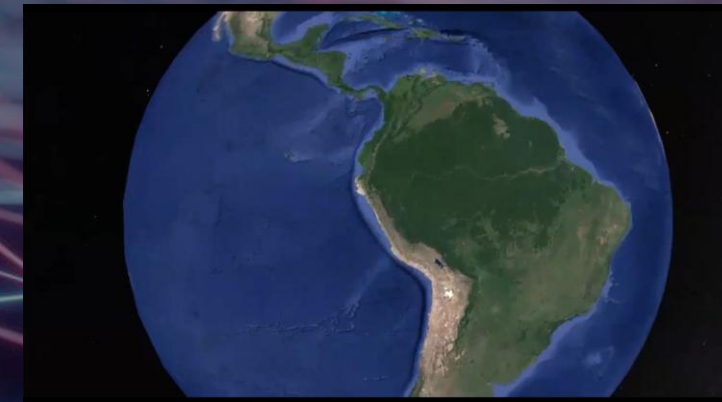
SIMULACIÓN EN 3D DEL MODELAMIENTO DE CAÍDA DE ROCAS



Las Tecnologías de Teledetección

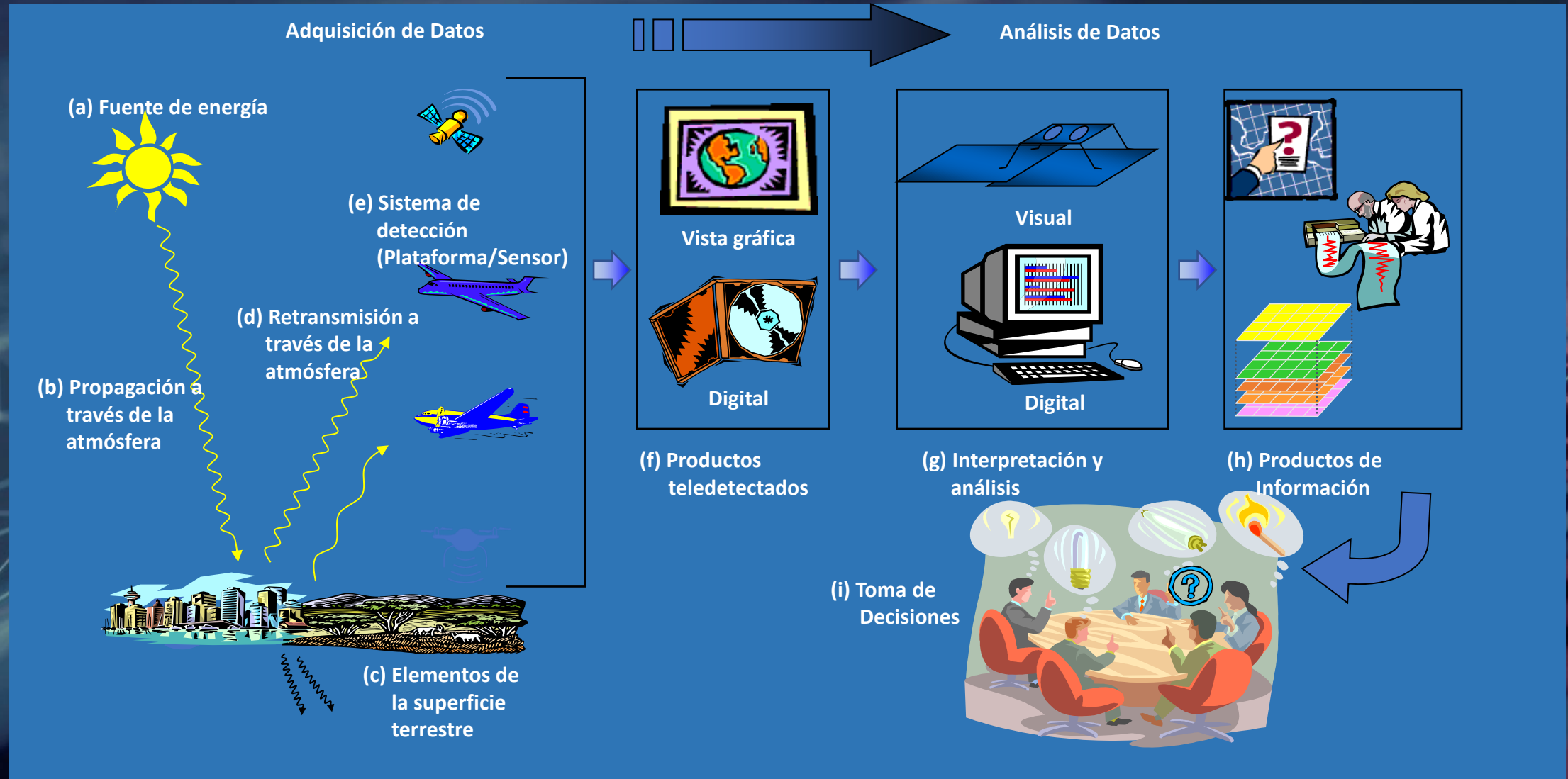


Fuente: Prof. Fumio Yamazaki, adaptación Dr. Miguel Estrada



- Cubre una vasta área de superficie terrestre
- Información digital (DN)
- Información histórica está disponible
- Adquisición periódica (4a dimensión)
- Información espectral (5a dimensión)
- Varios satélites (PerúSat-1, Worldview, Quickbird, Ikonos, otros)

Teledetección de la Superficie Terrestre



Identificación de Deslizamientos

Las Colinas en Nueva San Salvador



Pre-evento



Post-evento

- Emparejamiento de los Histogramas
- Imágenes Pre- y Post-evento son unidas



Identificación de deslizamientos

Uso del Diagrama de Dispersión

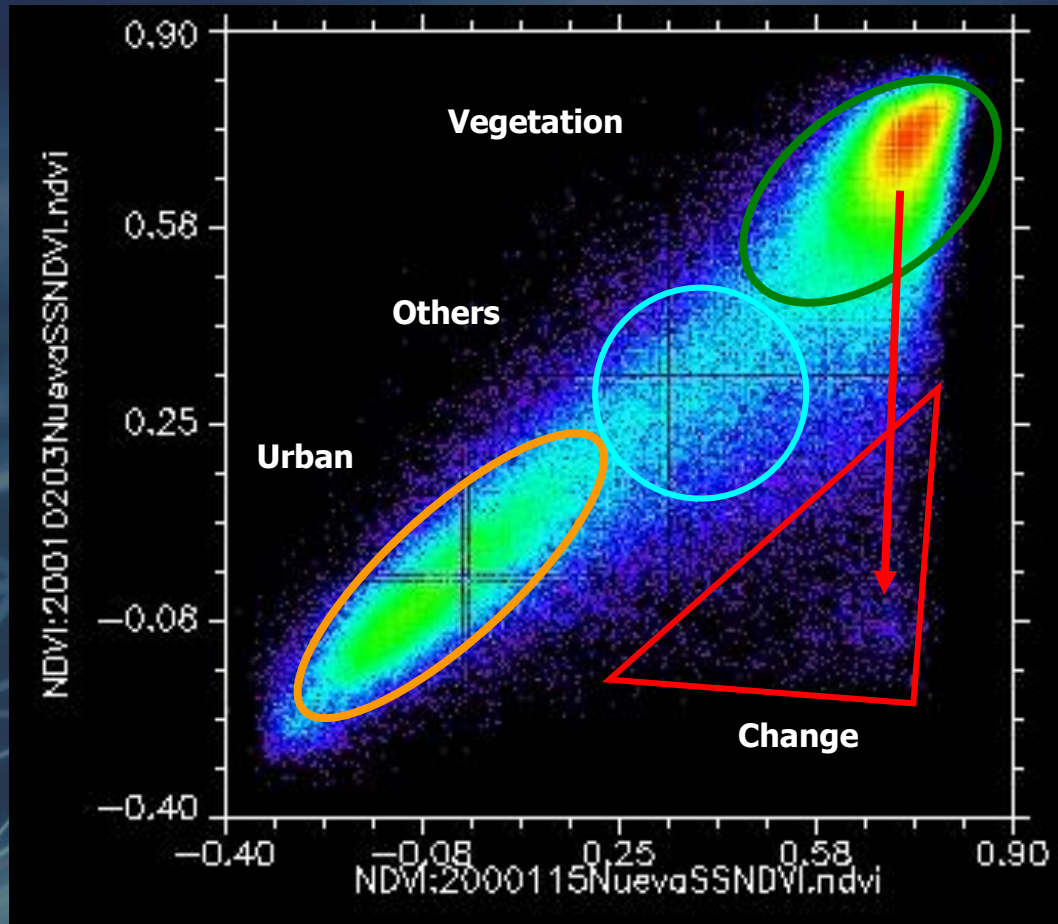
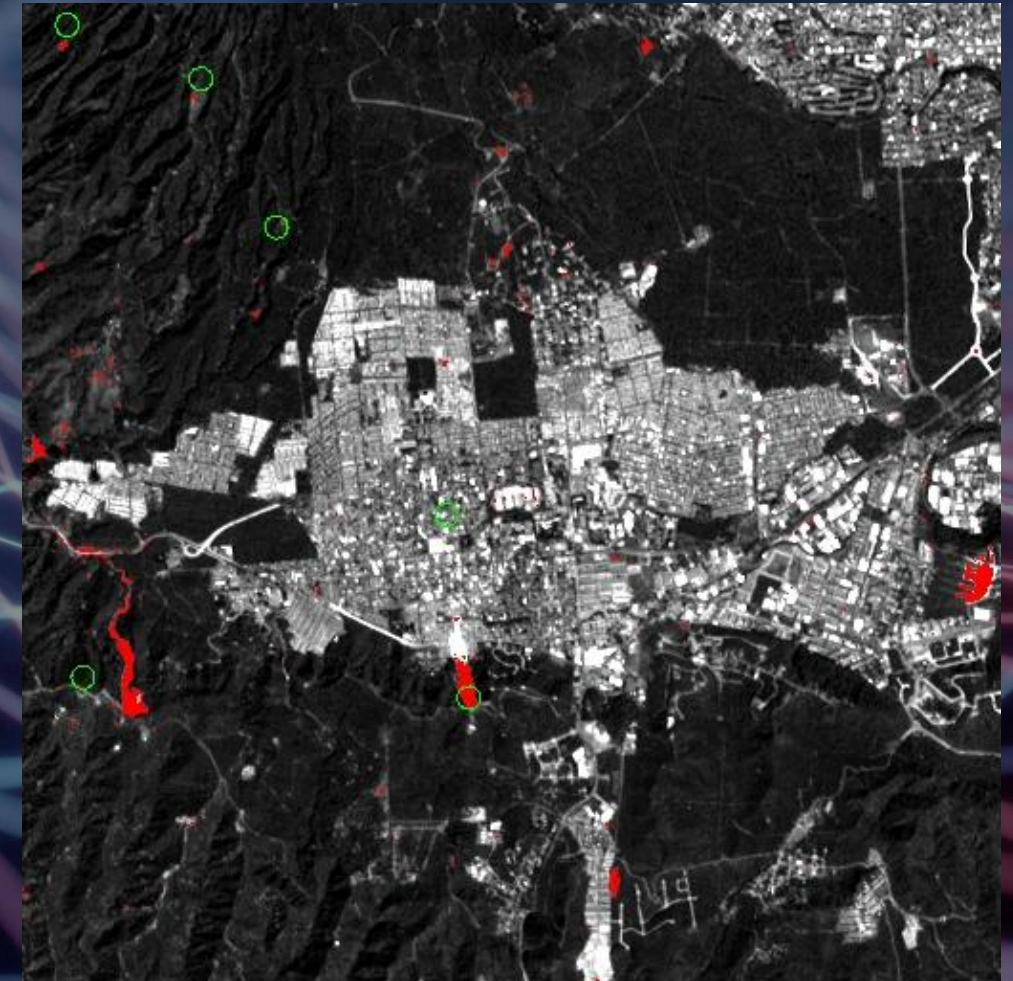


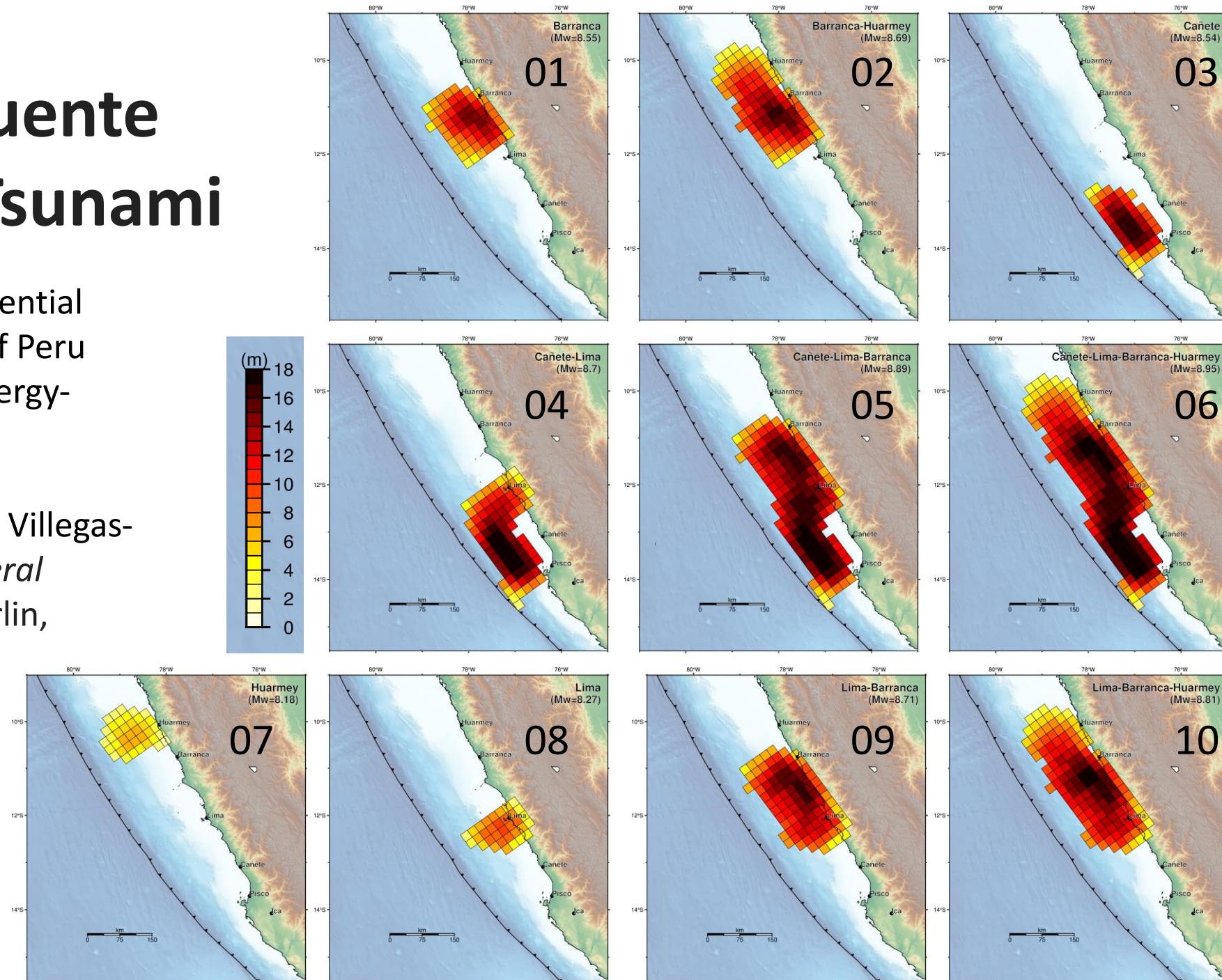
Diagrama de dispersión de las imágenes NDVI antes y después del terremoto.



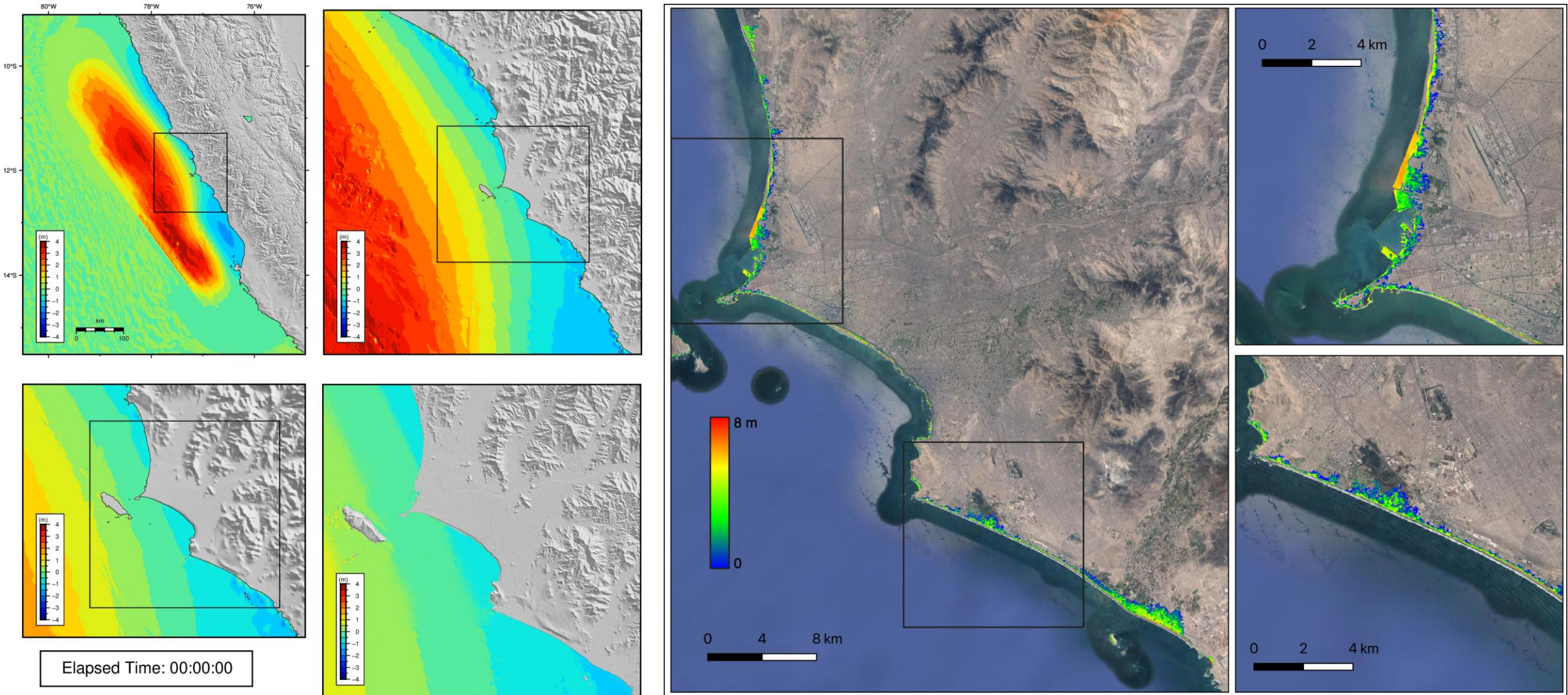
Identificación de deslizamientos, píxeles correspondientes al triángulo rojo.

Modelos de Fuente Sísmica para Tsunami

- Mega-thrust earthquake potential along the subduction zone of Peru based on the earthquake energy-budget
- Reference: Pulido N. and J.C. Villegas-Lanza in the *28th IUGG General Assembly*, IUGG23-3817, Berlin, Germany, July 2023.
- Ten slip models (scenarios) with moment magnitude ranging from Mw=8.18 to Mw=8.95.

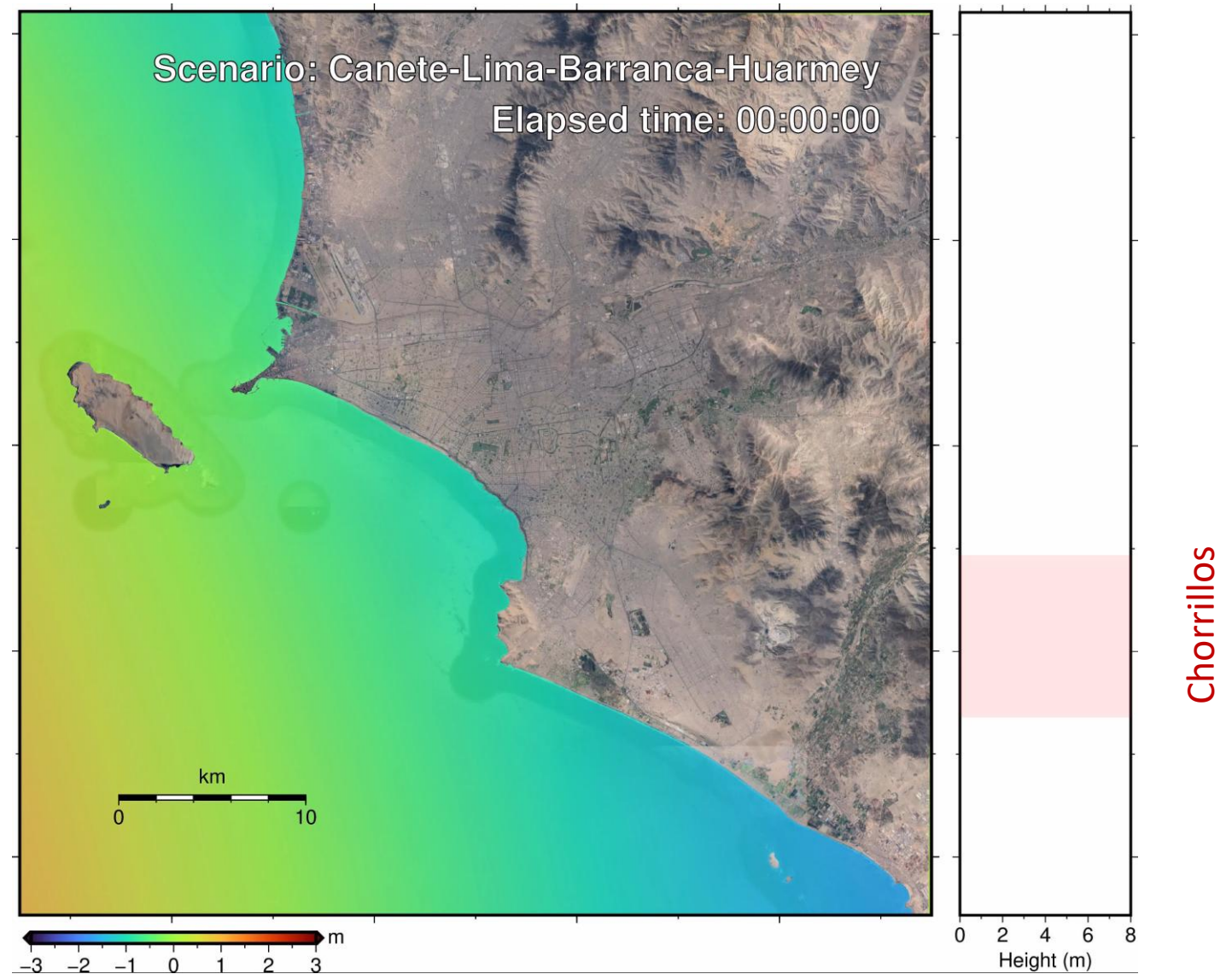
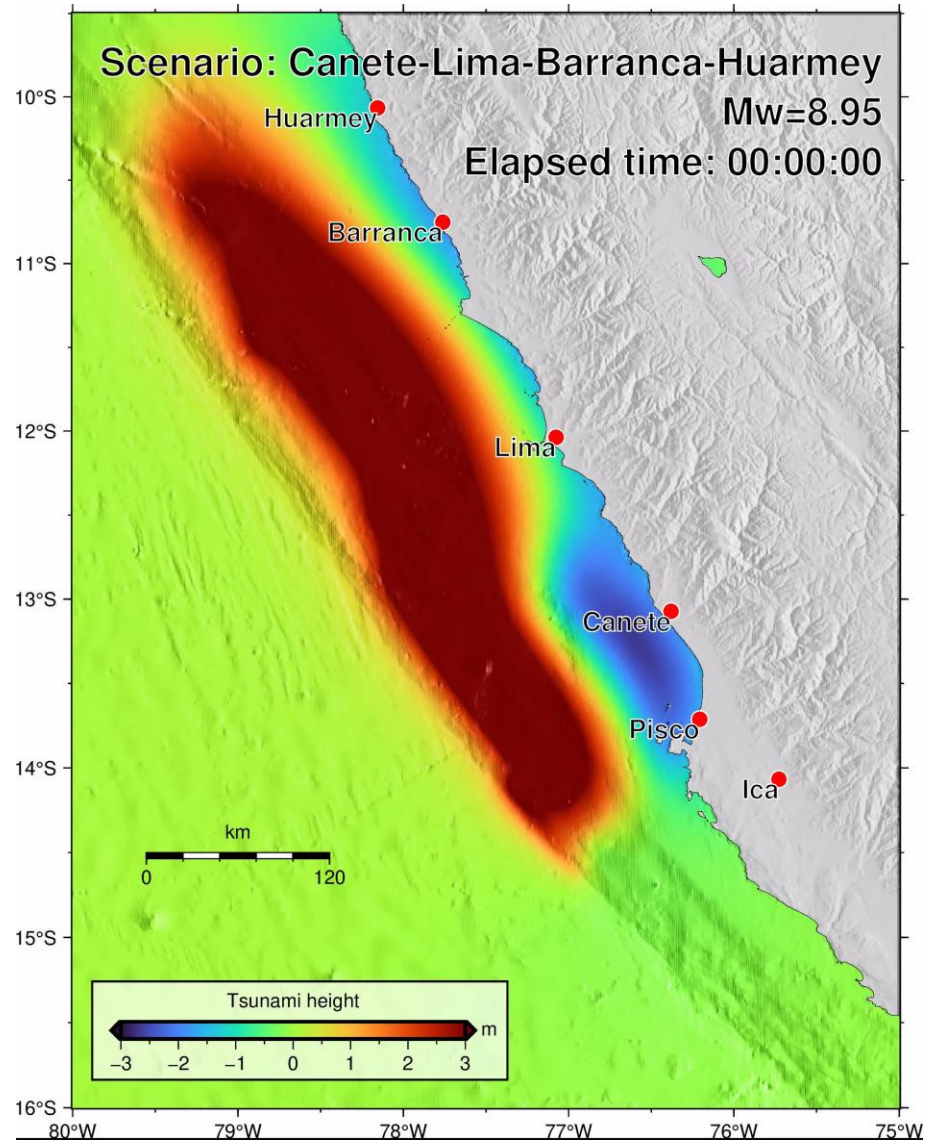


Test Case for 6-hour Inundation Forecast



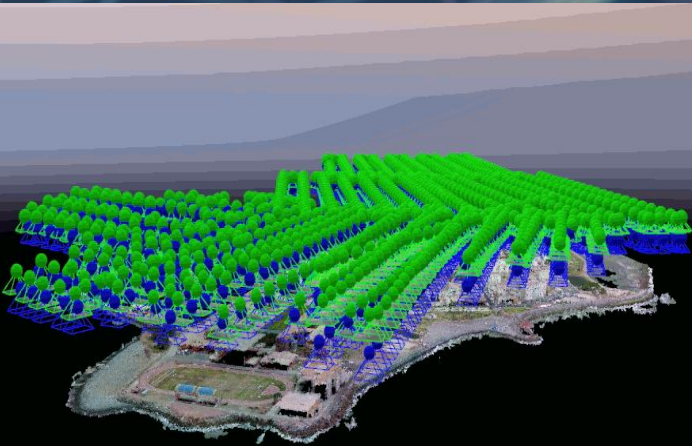
Tsunami source (Mw8.9): Villegas-Lanza et al., (2016), JGR Solid Earth

Scenario 06: Cañete-Lima-Barranca-Huarmey



Simulación de Inundación por Tsunami para un Sismo 8.8 Mw La Punta

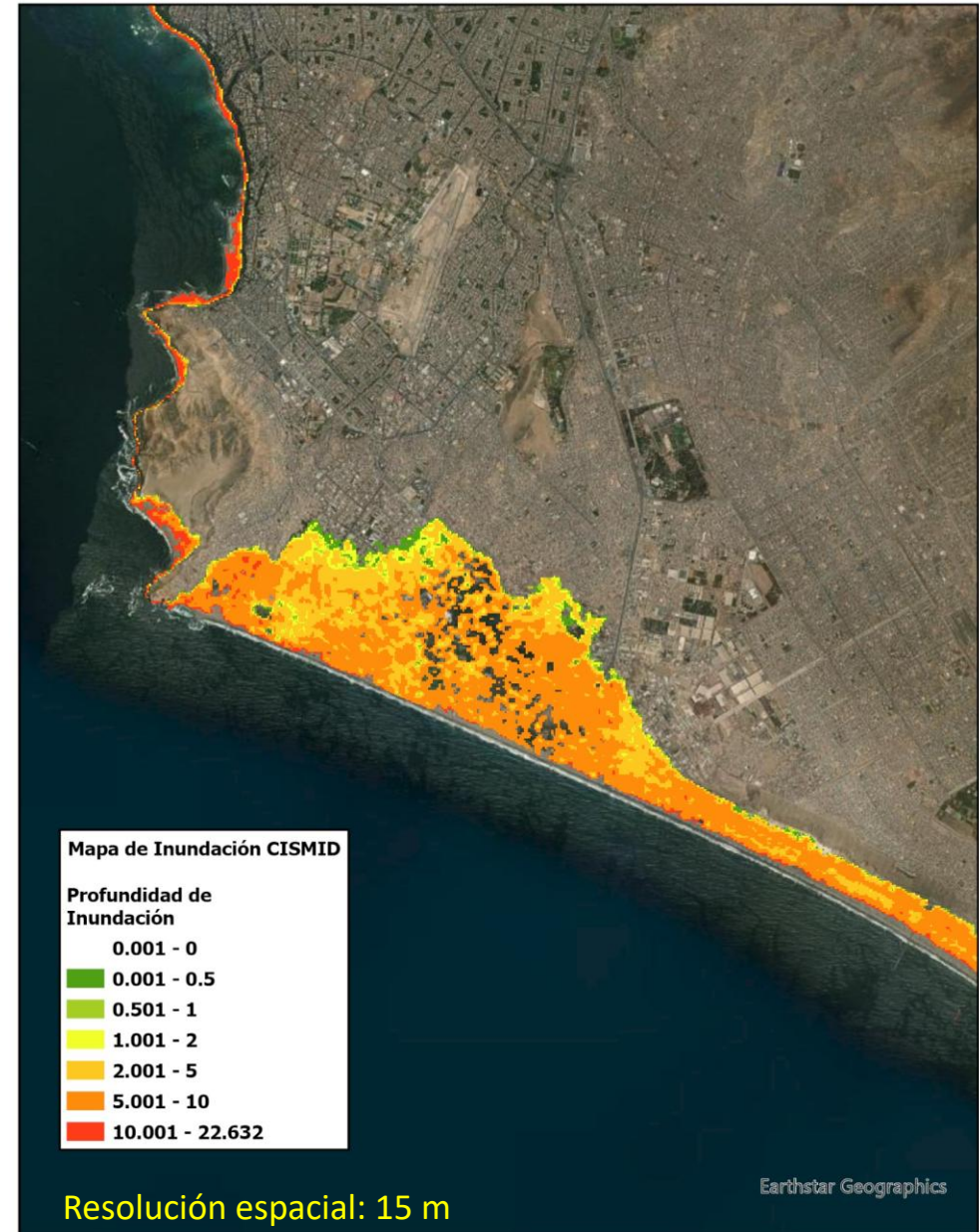
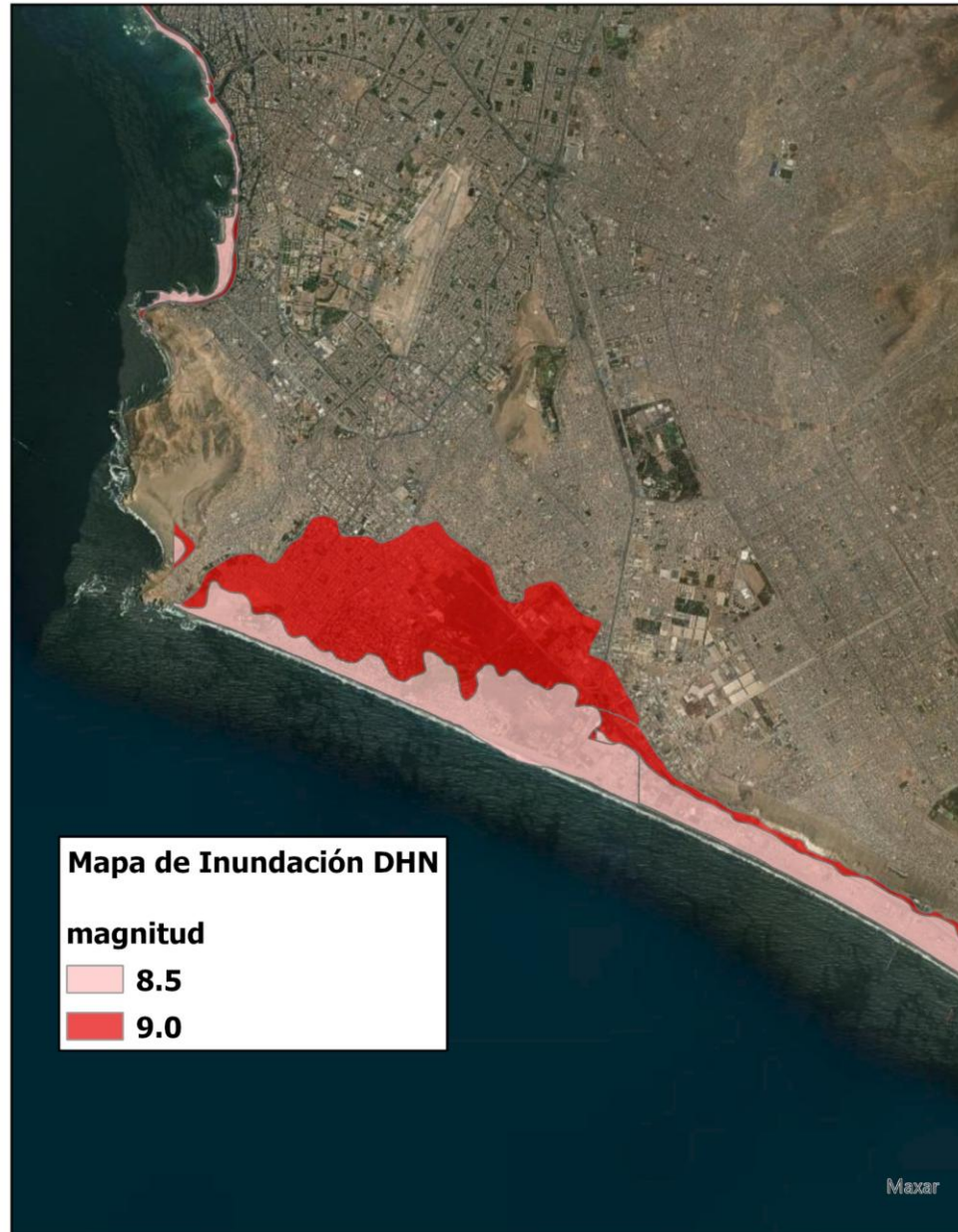
	CARACTERÍSTICA	VALOR
1	Área cubierta	104 ha.
2	Velocidad de vuelo promedio	9 m/s
3	Total de vuelos programados	5
4	Tiempo promedio cada vuelo	15 min
5	Total de imágenes	1262
6	Altura de vuelo programada	90 m
7	Resolución mínima obtenida	4.0 cm/pixel
8	Tiempo de procesamiento	4 horas



Simulación de Evacuación – La Punta



Propuesta de Nuevos Mapas de Inundación Considerando la Profundidad de Inundación por Tsunami



Población Afectada



Población calculada con los datos censales de 2017

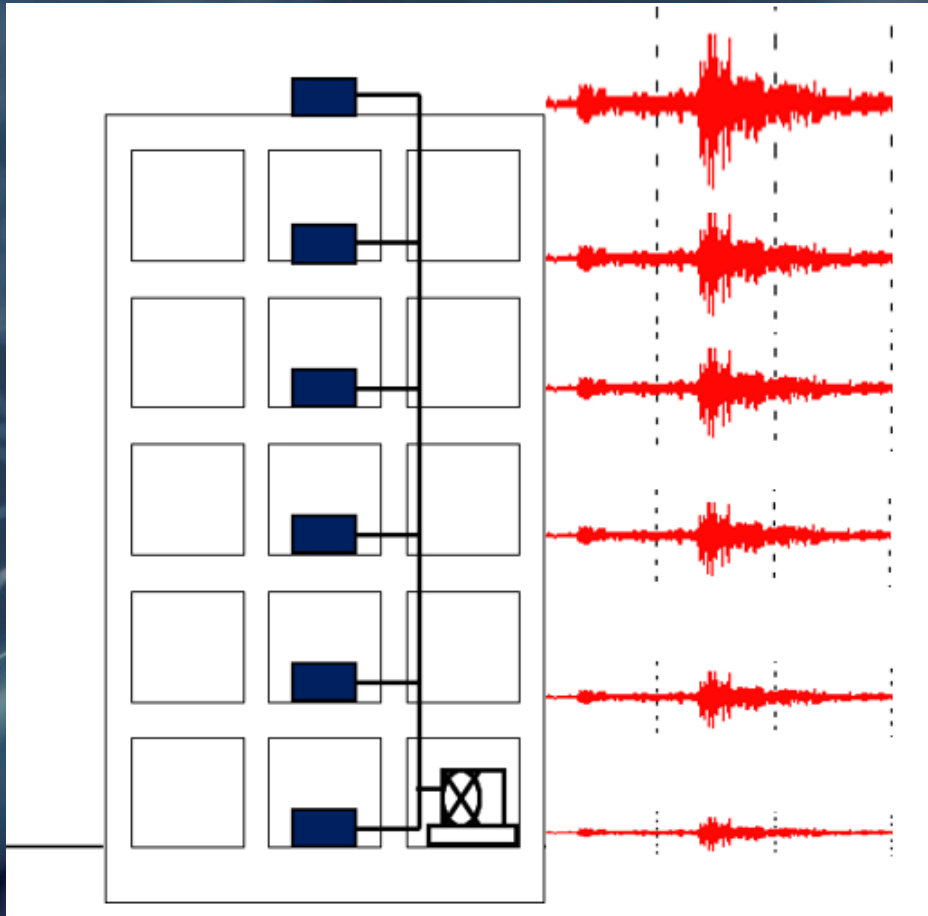
Población Afectada (Censo 2017)

Nivel de Inundación	Profundidad	Cantidad de manzanas	Población Total Afectada	Población menor a 14 años	Población de 15 a 29 años	Población de 30 a 44 años	Población de 45 a 64 años	Población mayor a 65 años
A	< 1 m	90	10028	2445	2282	1698	1261	2342
B	1 - 2 m	115	15157	3574	3485	2514	2198	3386
C	2 - 3 m	153	18860	4795	4251	3063	2547	4204
D	3 - 4 m	186	24470	6447	5631	3779	2916	5697
E	4 - 5 m	195	24735	6205	5316	4274	3370	5570
F	5 - 6 m	174	23243	6282	4891	3818	3094	5158
G	6 - 7 m	227	32485	7693	6978	5367	4813	7634
H	7 - 8 m	226	29731	7167	6348	4912	4239	7065
I	8 - 9 m	143	19815	4589	4101	3470	3111	4544
J	9 - 10 m	146	17552	4177	3632	2997	2656	4090
K	10 - 11 m	103	11709	2884	2425	1926	1791	2683
L	11 - 12 m	44	8177	2049	1779	1291	1071	1987
M	12 - 13 m	24	3567	915	805	527	402	918
N	13 - 14 m	4	416	98	72	76	85	85
O	14 - 15 m	1	187	35	57	25	10	60
P	15 - 16 m	1	58	11	10	17	7	13

Población calculada con los datos censales de 2017

Medidas para reducir el riesgo:

Red de Acelerómetros para el Monitoreo de la Respuesta Estructural de Edificaciones: REMOED - CISMID



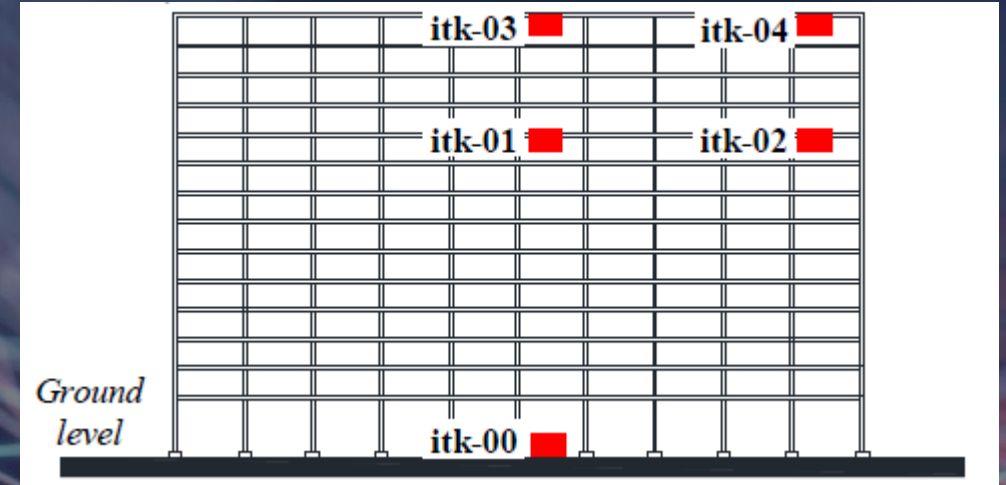
- ✓ Evaluación cuantitativa de la respuesta sísmica de edificaciones.
- ✓ Monitoreo remoto de edificaciones importantes, centralizados en dos servidores dedicados para el monitoreo.
- ✓ Análisis de datos de respuesta sísmica de edificaciones para la evaluación del daño y generación de reportes.
- ✓ Generación de información para la toma de decisiones de ocupación.
- ✓ Elaboración de Informes Científicos.

Fuente: Dr. Miguel Díaz Figueroa

Monitoreo del Hospital Edgardo Rebagliati Martins

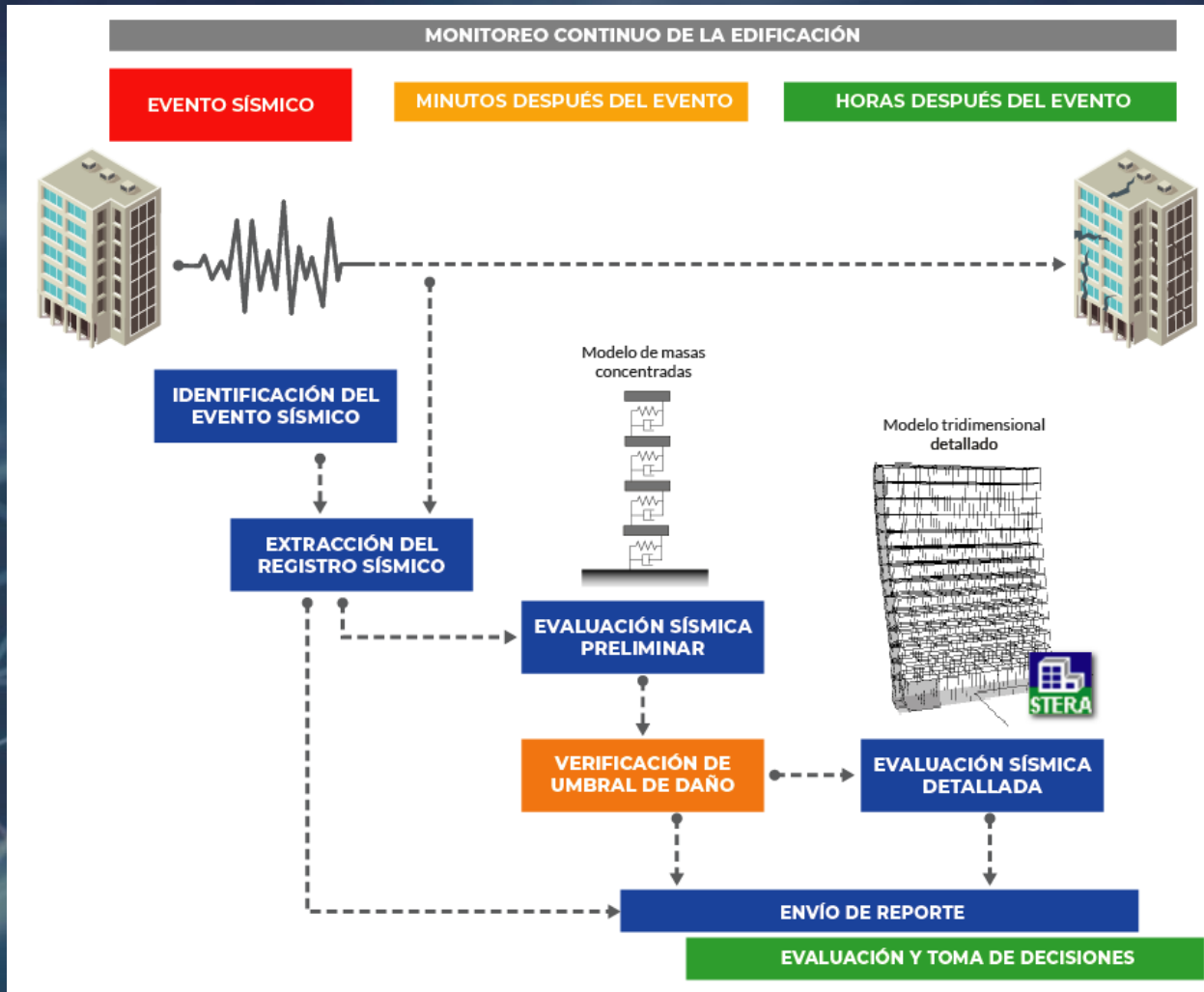


Fuente: Dr. Miguel Díaz Figueroa



Monitoreo del suelo, la base y algunos niveles de la edificación

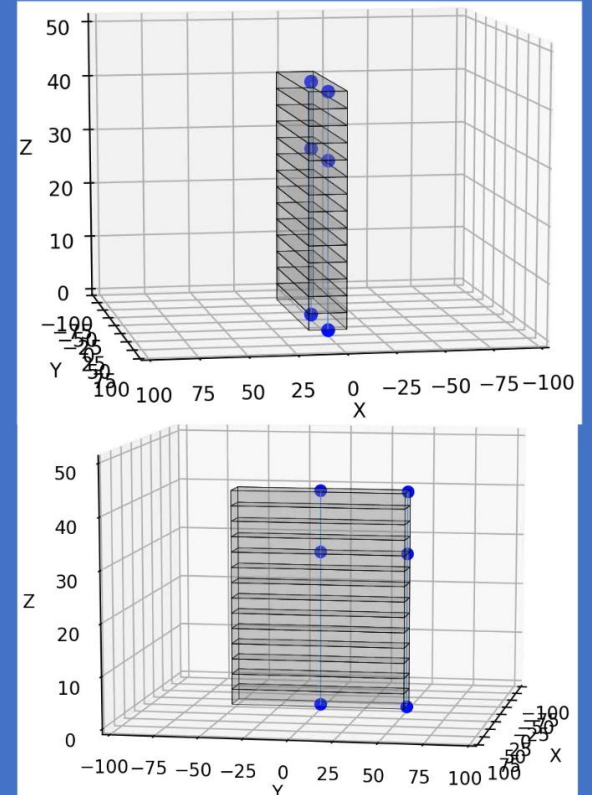
ESQUEMA DEL MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN TIEMPO REAL



Análisis de la Respuesta Sísmica

Primer modo:
 $T=0.88s$

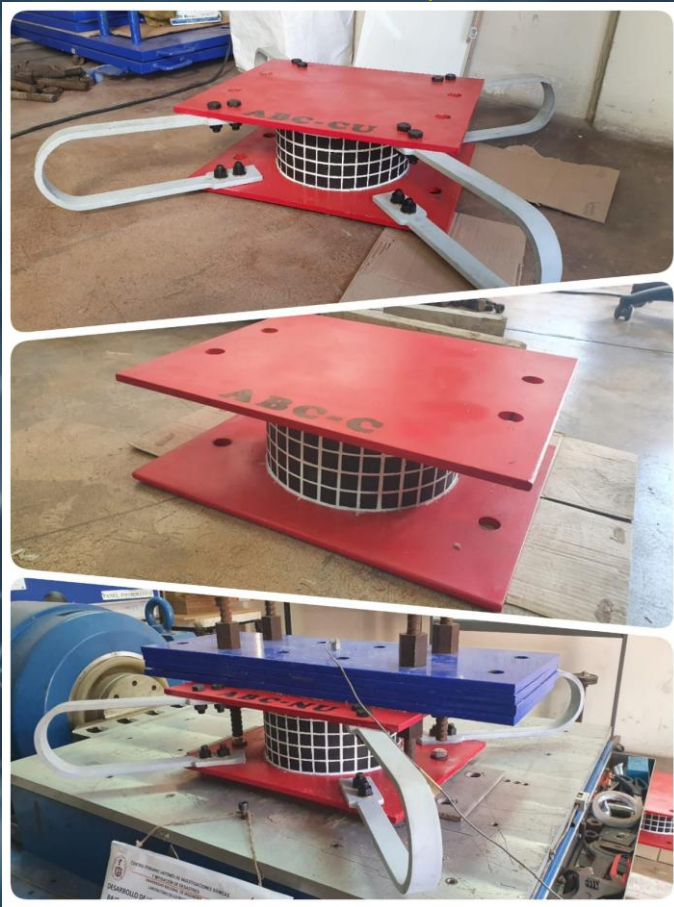
Segundo modo:
 $T=0.81s$



Fuente: Dr. Miguel Díaz, M. Díaz, I. Inocente, R. Quispe, J. Palacios, J. Jaramillo

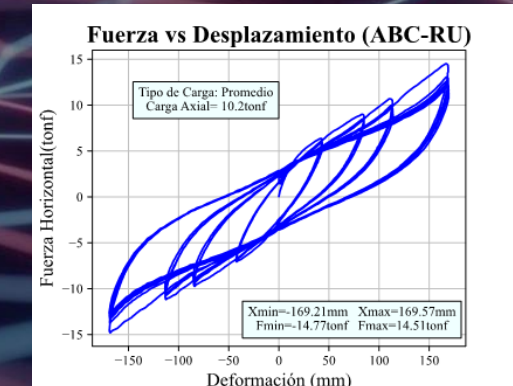
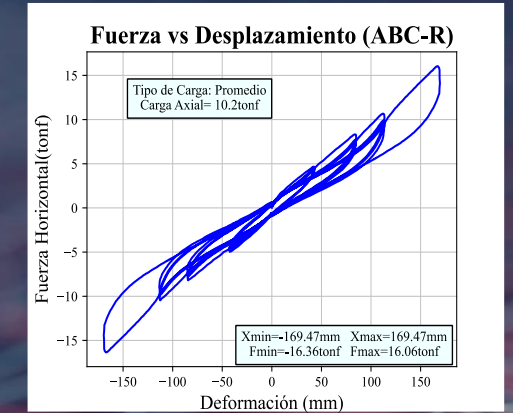
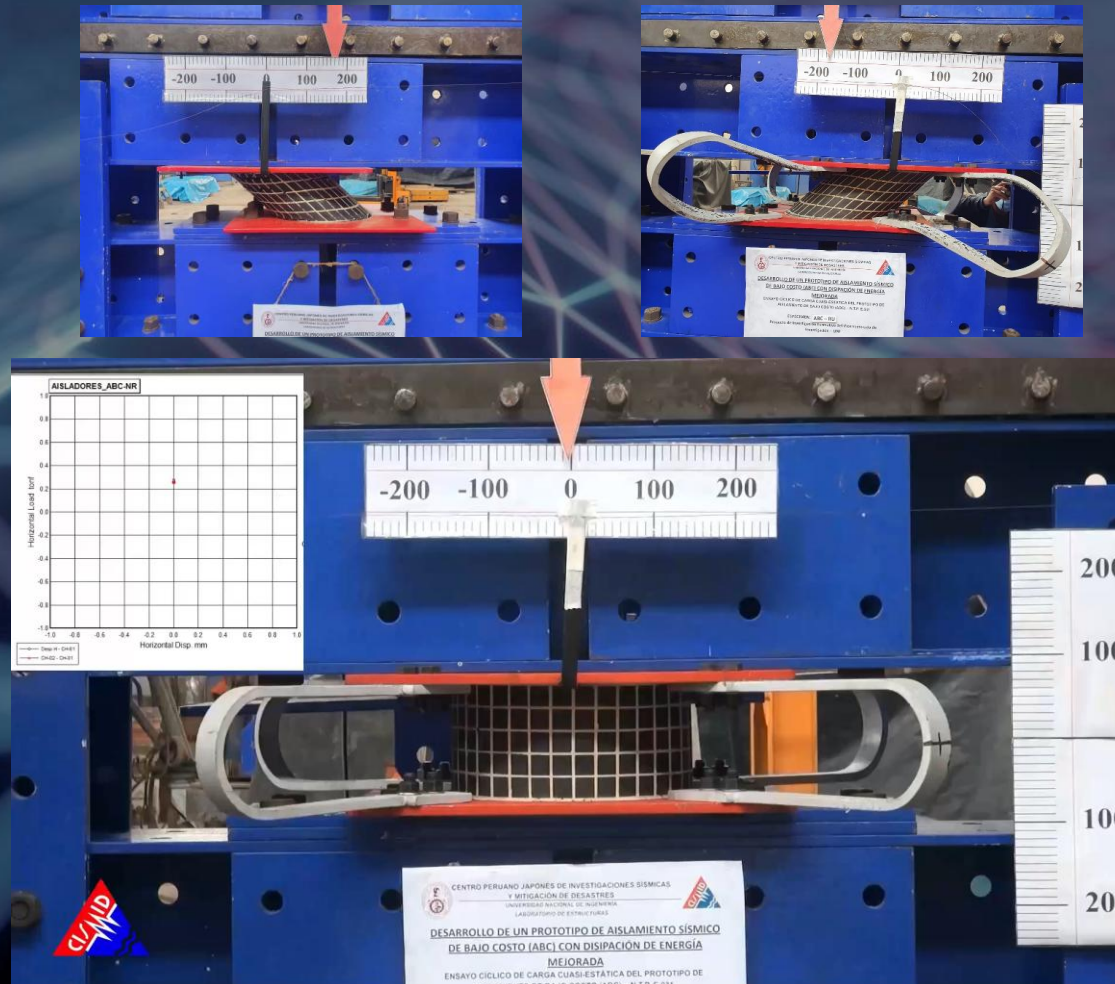
PROTOTIPO DE AISLAMIENTO SÍSMICO DE BAJO COSTO (ABC) CON DISIPACIÓN DE ENERGÍA MEJORADA (2020)

Especímenes de caucho natural,
neopreno y caucho reciclado
+ U-Damper



Fuente: Dr. Roy Reyna Salazar

Ensayo Cíclico con desplazamiento
lateral controlado

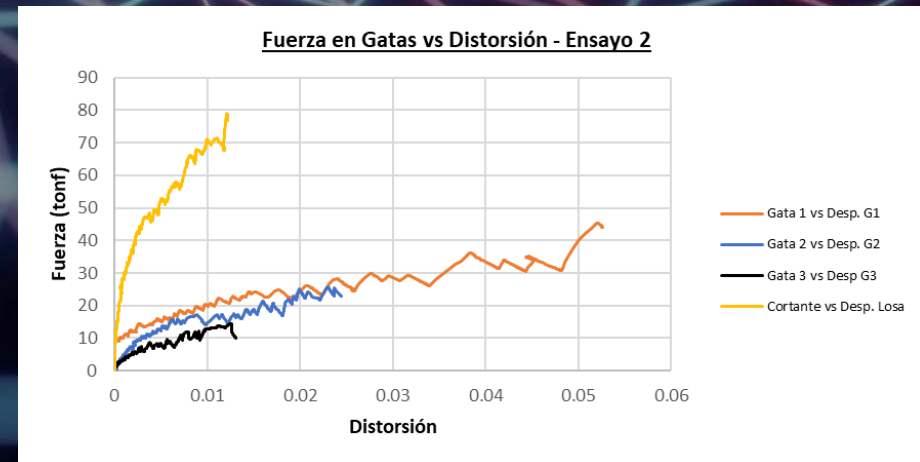
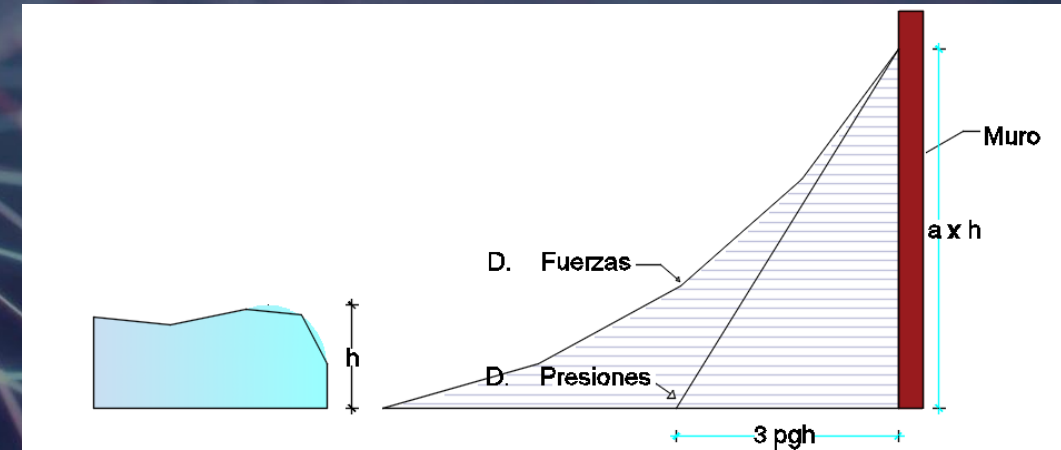


ESTUDIO EXPERIMENTAL DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA FRENTE A CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO POR SISMO Y TSUNAMI(2020)

Ensayo de carga de Tsunami



Esquema del modelo propuesto por Asakura

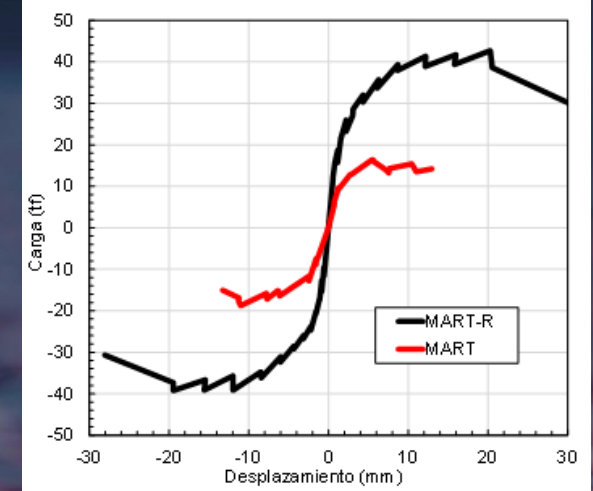


Fuente: Dr. Roy Reyna Salazar

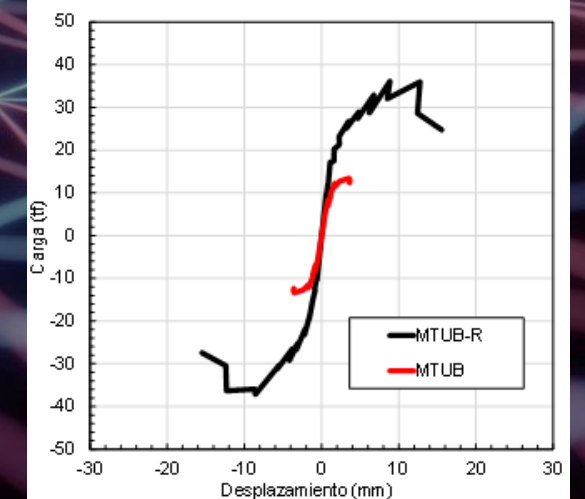
REFUERZO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA INFORMAL CON ENMALLADO



- Alrededor del 70% de la edificaciones destinadas a viviendas son “no ingenieriles” y usan mal uso de las unidades de albañilería.
- Se han realizado ensayos en CISMID para estudiar el comportamiento de este tipo de estructuras
- Se han elaborado propuestas de reforzamiento simples y económicos para su reforzamiento.



a) Sólido artesanal



b) Tubular (pandereta)

Fuente: Dr. Carlos Zavala, Dr. Miguel Díaz

Conclusiones y recomendaciones

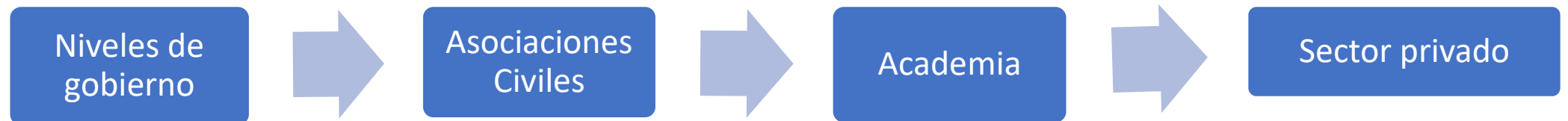
- Espacios de trabajo:



- Fortalecimiento institucional:



- Articulación multisectorial:



MUCHAS GRACIAS

¿Tienen alguna pregunta?

estrada@uni.edu.pe

+51 01 4820777

<http://www.cismid.uni.edu.pe/>

