



Respondiendo a los Desastres de Origen Natural

Juan C. de la Llera



8 de Agosto, 2017



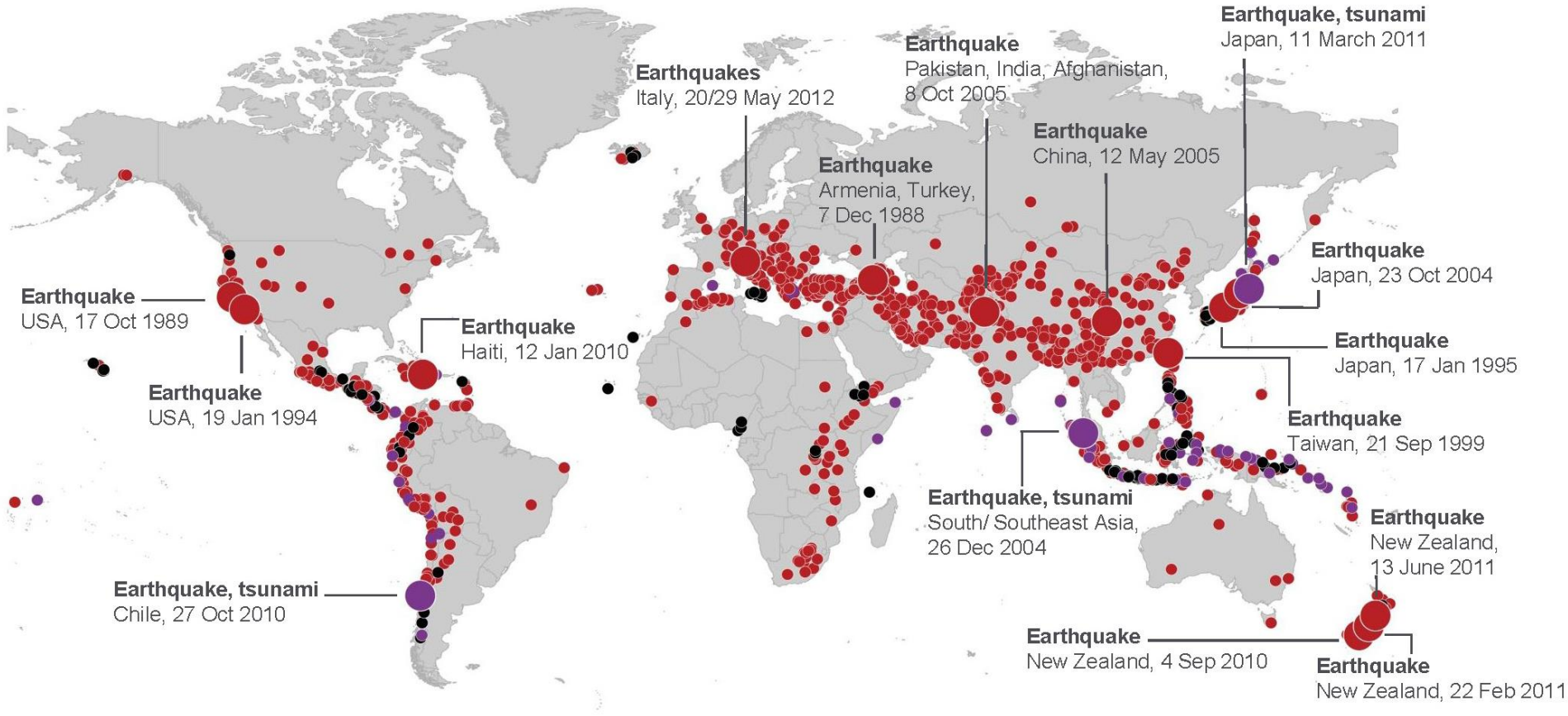
¿Qué caracteriza a este Laboratorio Natural en Ciencias de la Tierra?

- Una alta frecuencia en la ocurrencia de eventos
- La gran magnitud y extensión de los eventos
- La multiplicidad de amenazas y su correlación cruzada
- Una geomorfología única
- Una larga historia y cultura de grandes eventos
- Un conjunto de saberes de las personas y comunidades en relación a los desastres



IMPACTO DE LOS DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

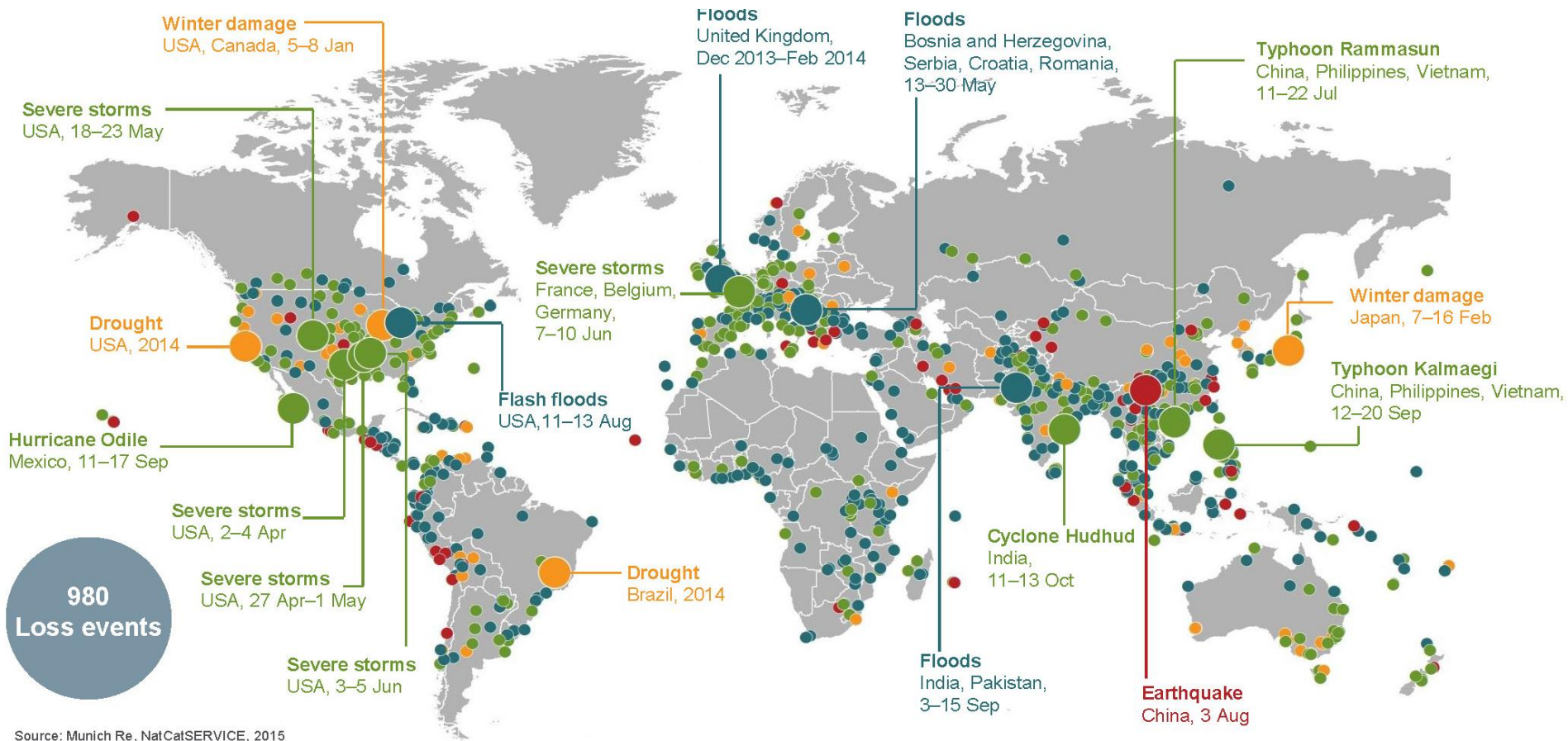
PÉRDIDAS POR EVENTOS GEOFÍSICOS (1980-2013)



Source: Munich Re, NatCatSERVICE, 2014

- Loss events (CatClass 2–4)
- Selection of catastrophes
- Earthquake
- Earthquake/tsunami
- Volcanic activity

OTROS DESASTRES NATURALES (2014)



IMPACTO FÍSICO



IMPACTO SOCIAL



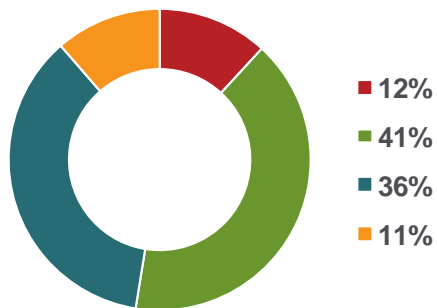


CONTEXTO MUNDIAL

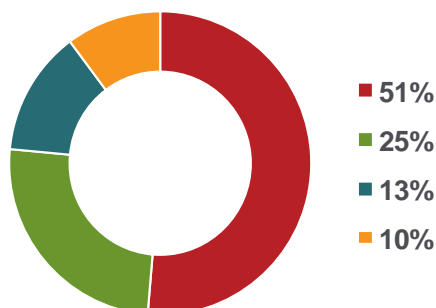
PÉRDIDAS GLOBALES ASOCIADAS A EVENTOS

1980 – 2014 (según amenaza)

21.700 eventos



1.740.000 muertes



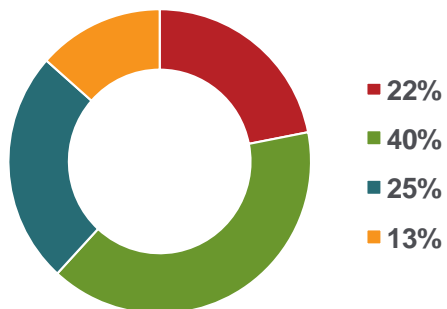
Eventos geofísicos
(Terremoto, tsunami, actividad volcánica)

Evento hidrológicos
(Inundaciones, remociones en masa)

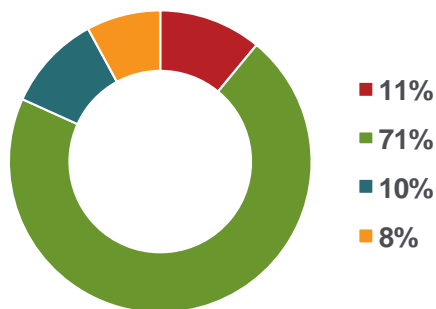
Eventos meteorológicos
(Tormentas tropicales y extratropicales, tormentas convectivas, tormentas locales)

Eventos climatológicos
(Temperaturas extremas, sequías, incendios forestales)

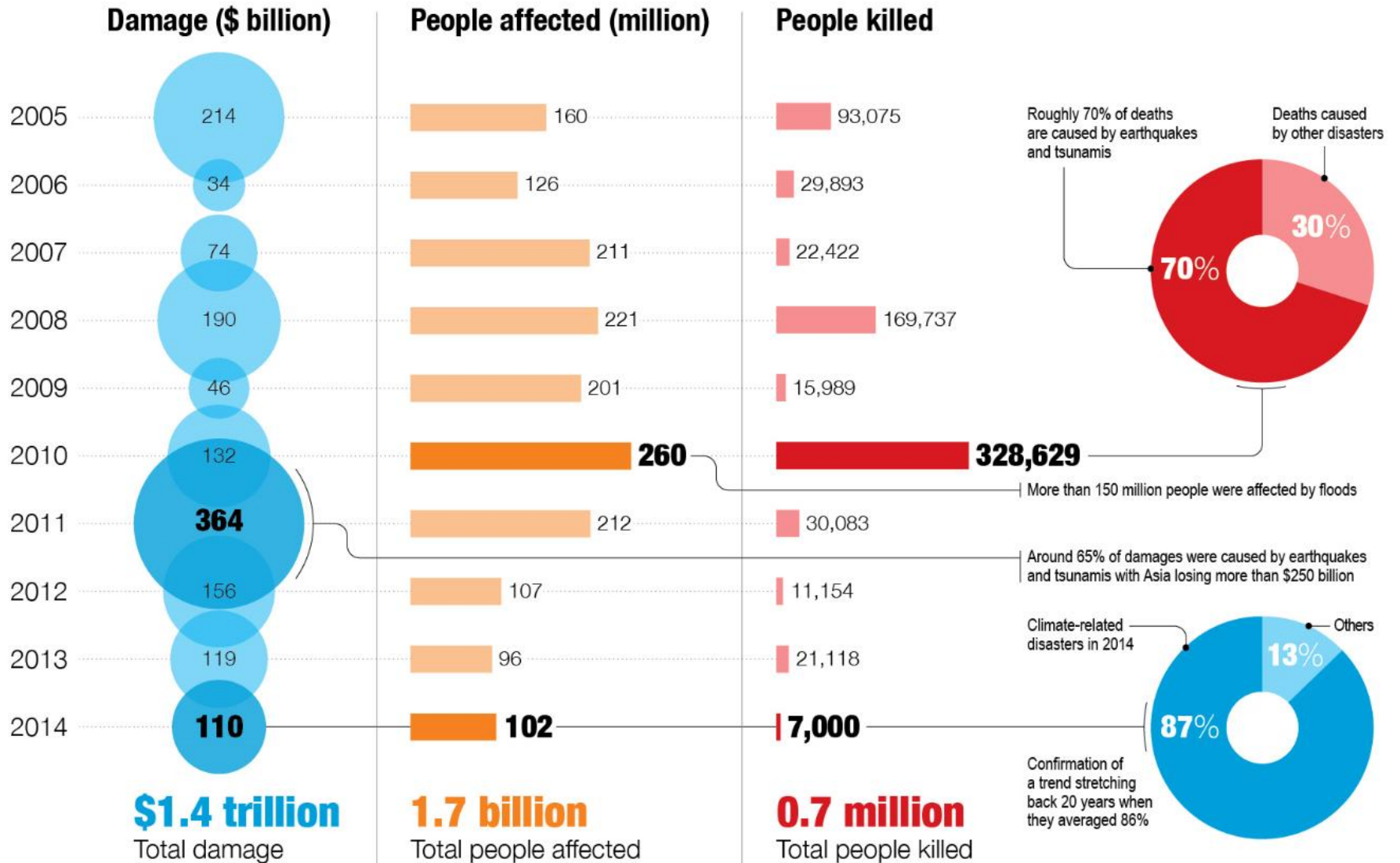
Pérdidas totales
US\$ 4.200bn



Pérdidas aseguradas
US\$ 1.100bn



PÉRDIDAS EN 10 AÑOS





La inversión mundial
en **PREVENCIÓN**



1% del gasto mundial en
RESPUESTA Y RECUPERACIÓN
post-desastre

RAZÓN COSTO/BENEFICIO

(MMC 2005)

Razón Ponderada Beneficio/Costo para Chile = 2.32

Cada peso invertido en prevención ahorra más en pérdidas frente a desastres



1:1.4
proyectos

1:2.5
procesos

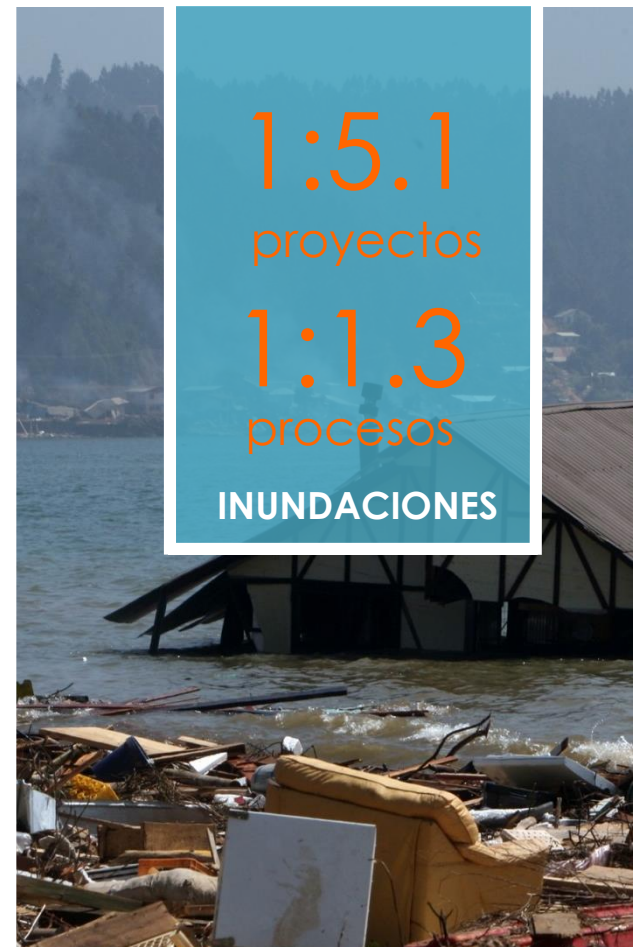
TERREMOTOS



1:4.7
proyectos

1:1.7
procesos

VIENTO

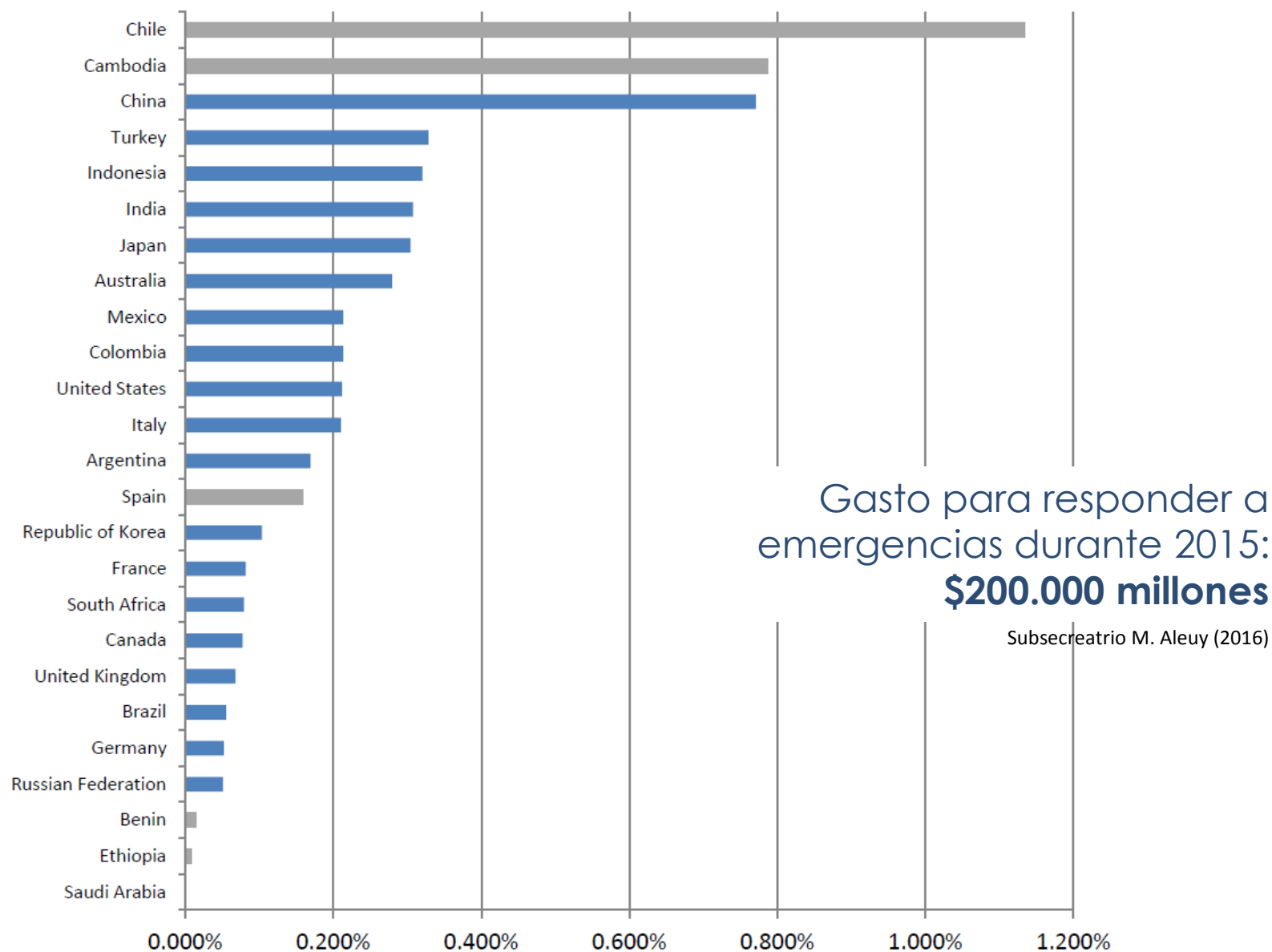


1:5.1
proyectos

1:1.3
procesos

INUNDACIONES

GASTO EN DD.NN. COMO % DEL PIB



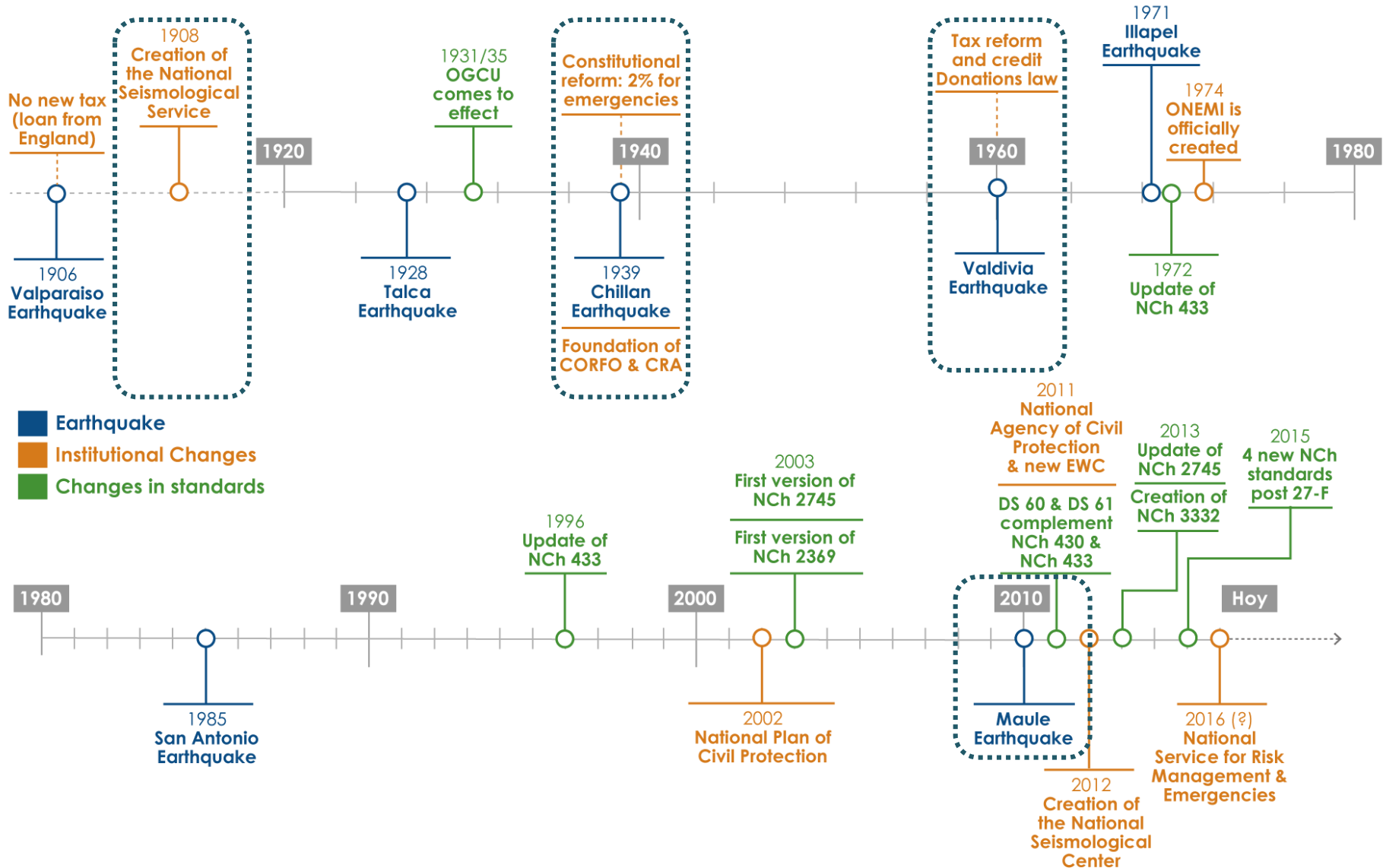
Los desastres han dado forma a Chile



“La guerra hace al Estado, y el Estado hace la guerra” (C. Tilly)

Concepción, 1939

LEGADO INSTITUCIONAL DE LOS TERREMOTOS

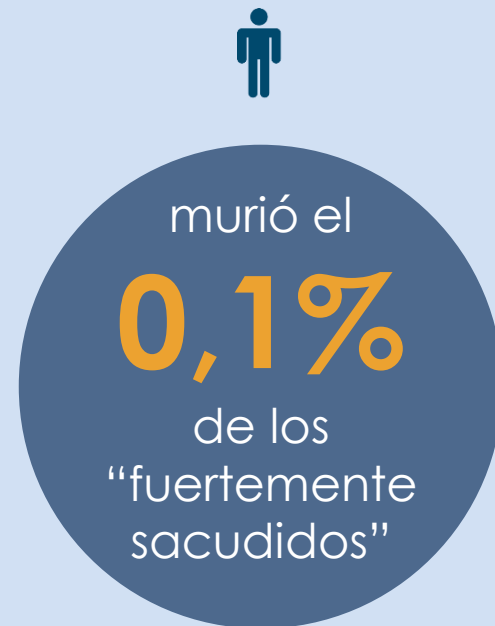


LETALIDAD DE LOS TERREMOTOS DE 2010

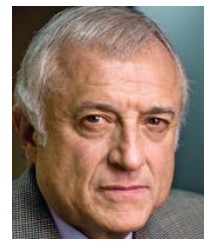
TERREMOTO DE HAITÍ



TERREMOTO DE CHILE



CREDEN



DESASTRES A CONSIDERAR



4 METAS, 4 SUBCOMISIONES

1 Resiliencia

Mejorar la resiliencia del país frente a los desastres naturales

2 Polo de desarrollo

Transformar el problema de los desastres naturales en una ventaja innovadora sostenible de base científica y tecnológica al servicio del desarrollo del país

3 Respuesta y riesgo

Desarrollo de herramientas costo-efectivas para la estimación de la respuesta (desempeño) y evaluación del riesgo en individuos, el entorno construido y la sociedad completa

4 Procesos físicos y exposición

Mejorar la comprensión de los procesos físicos asociados a los desastres naturales y la exposición del entorno construido y las comunidades

LA OPORTUNIDAD



NASA Technology Finds Nepal Survivors by Their Heartbeats

News Video Photography The Magazine Environment Travel Adventure Television Kids Subs

NASA Technology Finds Nepal Survivors by Their Heartbeats

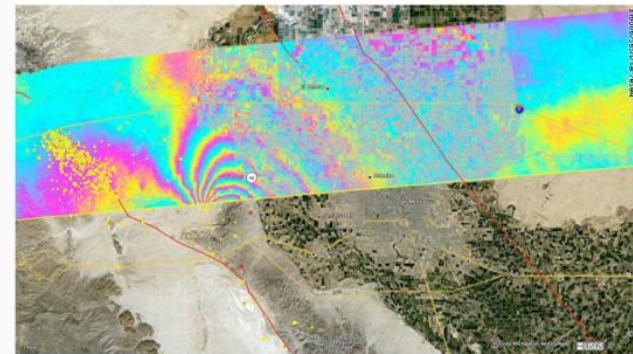


Tech » Gadgets | Cyber Security | Innovation Nation | Vital Signs

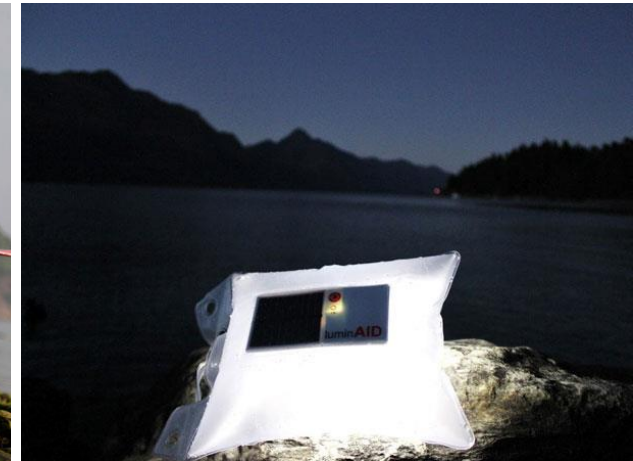
New technology could one day lead to an earthquake prediction system

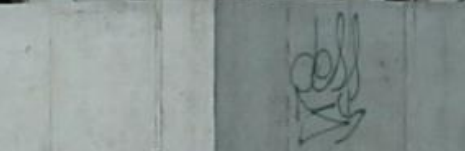
By Shelby Lin Erdman

July 1, 2010 -- Updated 0422 GMT (1222 HKT)



An interferogram of the April quake in Baja California is overlaid atop a Google Earth image of the region.





GRANDES TERREMOTOS



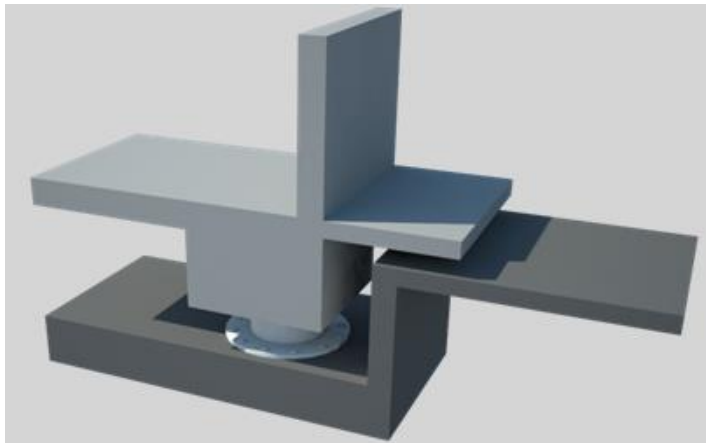
**CON
DISIPACION**

**SIN
DISIPACION**

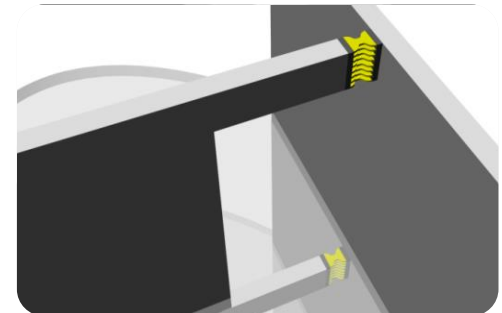
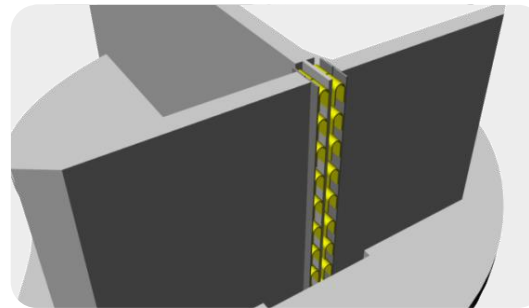
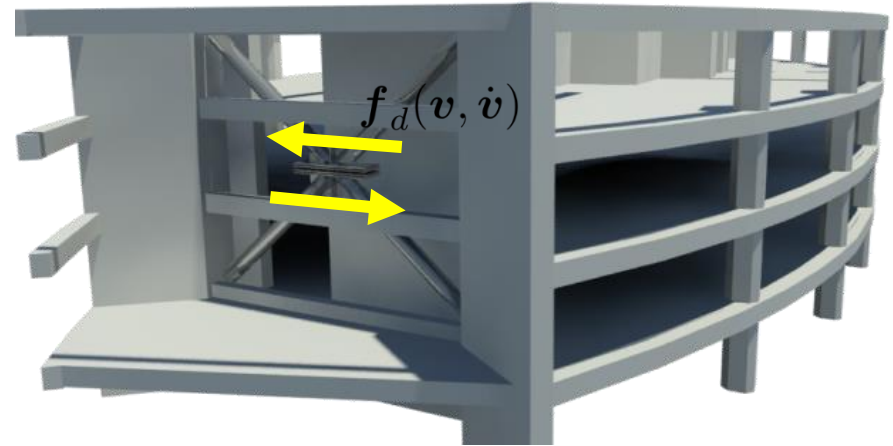


CONCEPTO AISLAMIENTO Y DISIPACION

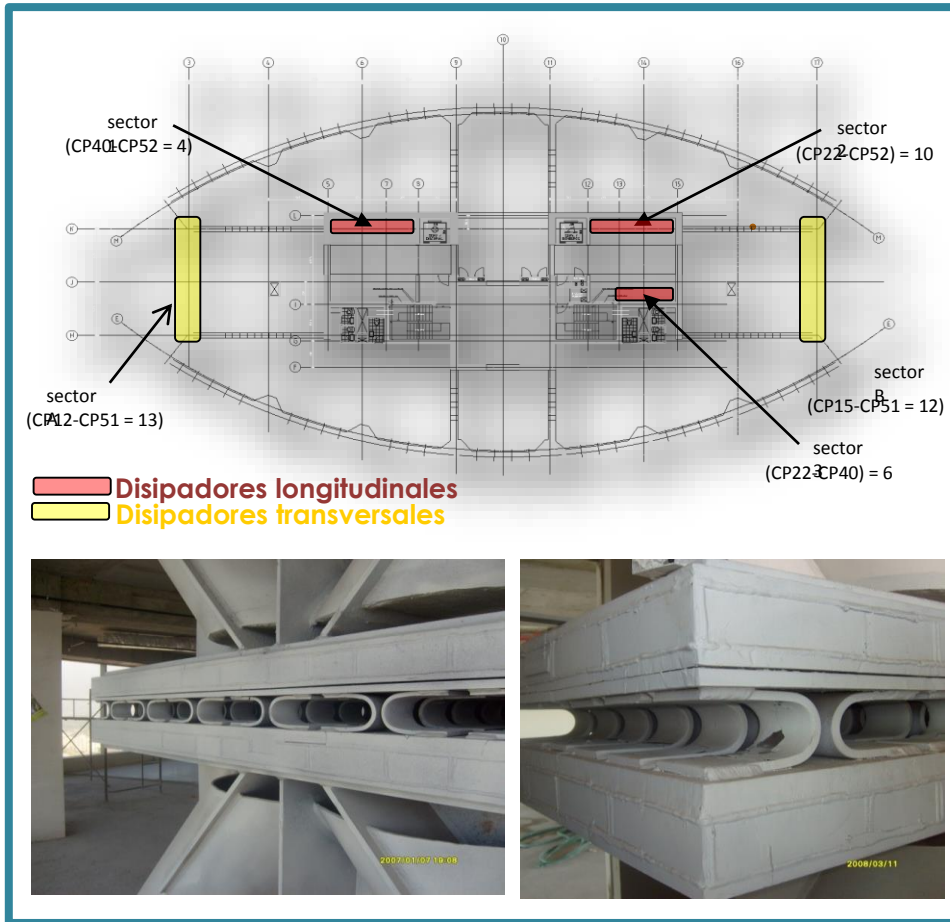
Aislamiento Sísmico



Disipación de Energía



TORRE TITANIUM



AISLAMIENTO SÍSMICO



AISLAMIENTO SÍSMICO



LA PRUEBA DEL 2010



AISLADORES ELASTOMÉRICOS-DESLIZADORES

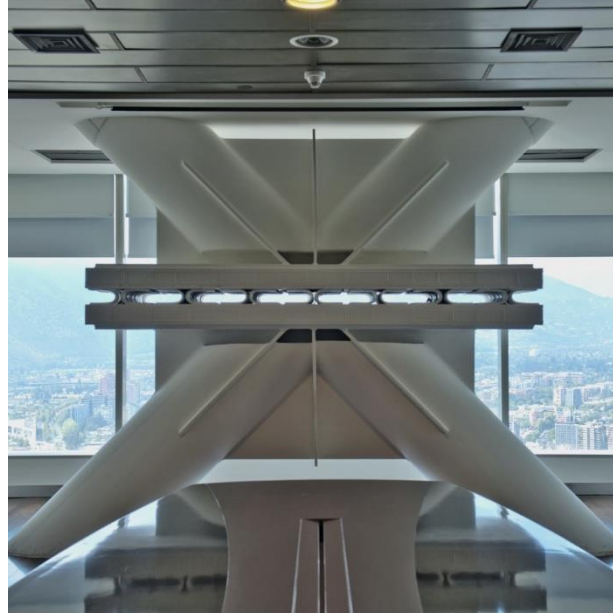


AISLADOR ELASTOMÉRICO



DESLIZADOR FRICCIONAL

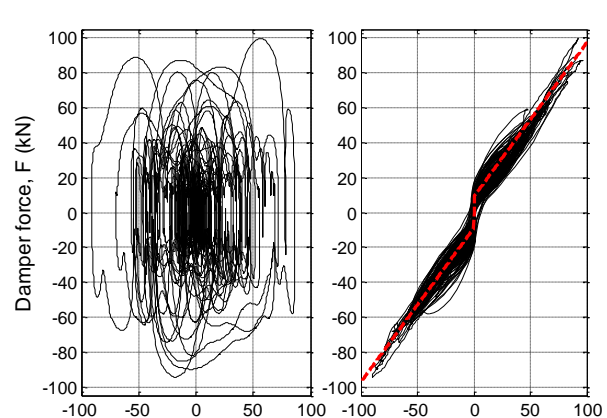
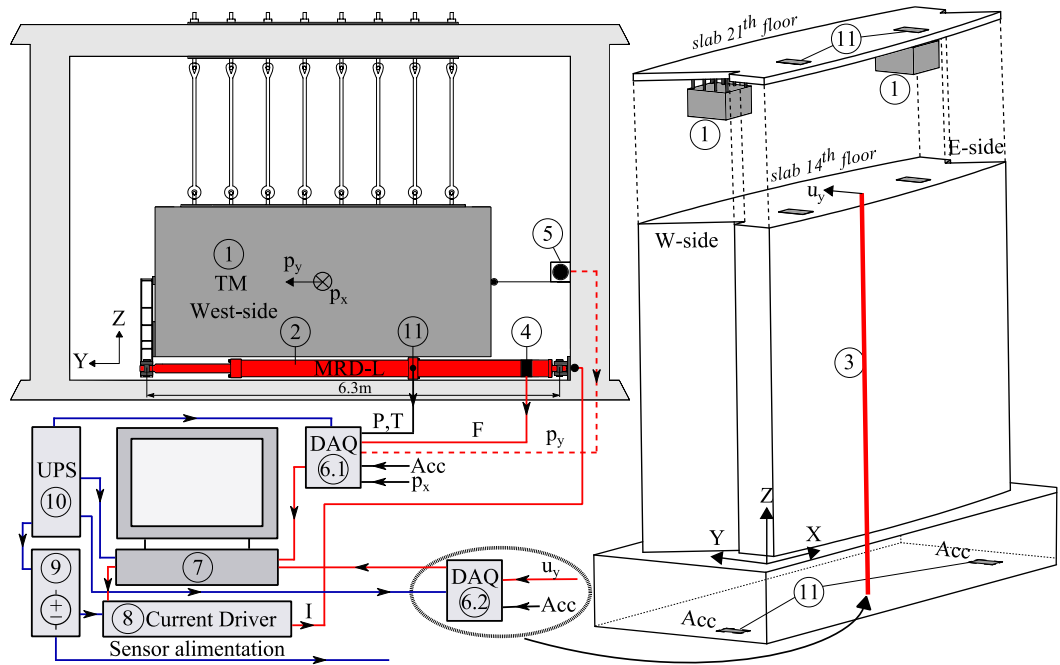
DISIPADORES METÁLICOS



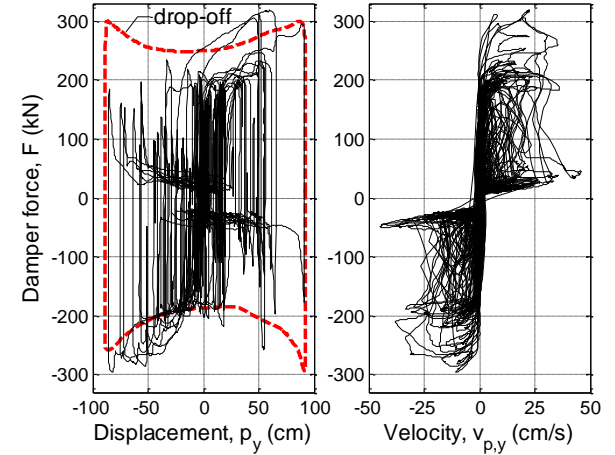
DISIPADORES VISCOSES



DISIPADORES MAGNETO REOLÓGICOS



(a) CONDICIÓN PASIVA



(b) CONDICIÓN ACTIVA

HOSPITALES RECIENTES



Maipu Hospital: 70.000m²;
W = 89.545 ton; T_{1,2} = 3.30s, 3.28s



La Florida Hospital: 85.000m²;
W = 68.322 ton; T_{1,2} = 3.06s, 3.07s



Exequiel González Cortés Hospital: 57.000 m²;
W: 50794.1 ton; Tx = 3.23 seg., Ty = 3.20 seg.



Antofagasta Hospital: 90.000m²;
W = 124.378 ton; T_{1,2} = 3.07s, 3.18s



Felix Bulnes Hospital: 130.000m²;
W = 179.942 ton; T_{1,2} = 4.03s, 3.89s



Cruz Blanca Hospital: 130.000m²;
W = 179.942 ton; Tx = 3.71 seg, Ty = 3.52 seg.

PANORAMA PLAZA DE NEGOCIOS (LIMA)

(ING. ESTRUCTURAL + SPS: PRISMA + SIRVE S.A.)

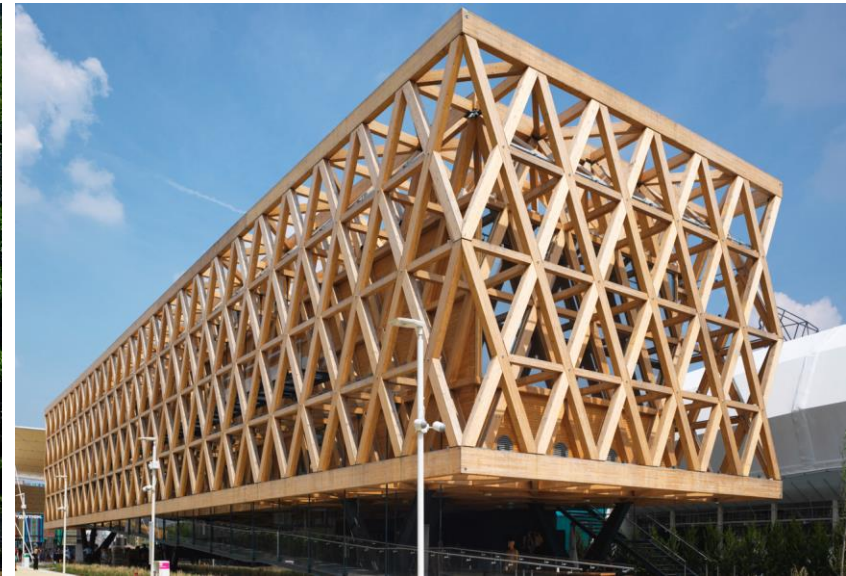


- Dos edificios de oficinas: 19 pisos y 8 subterráneos
- Ubicación: San Isidro, Lima, Perú
- Superficie total: 100.000 m²
- 39 disipadores viscosos por edificio
- Capacidad DV: 130 ton
- Stroke máximo: 51 mm
- Disipadores cada dos pisos



PABELLÓN CHILE EXPO-MILÁN

(ING. ESTRUCTURAL CHILE + SPS: SIRVE S.A.)



- Edificio de madera prefabricada (3 niveles)
- Ubicación original: Milán, Italia
- Ubicación actual: Temuco, Chile
- Superficie total: 2800 m²
- 6 aisladores elastoméricos y 8 delizadores friccionales (4 simples, 4 dobles)
- $T_x = 2,93$ s, $T_y = 2,95$ s

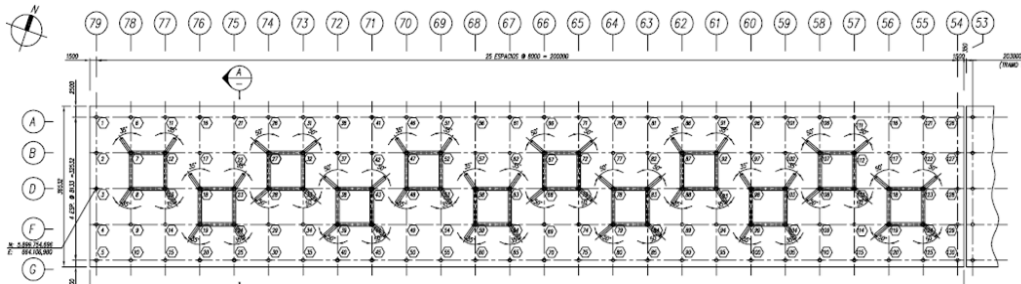
MUELLE CORONEL

(PROYECTO: PRDW + SIRVE S.A.)



PROYECTO: MUELLE CORONEL

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN: Puerto Coronel, asilado sísmicamente; 420m de largo y 37m de ancho; pilotes de acero y tablero de concreto; grúas de 1200 ton, y 2.5 ton/m² carga viva y tránsito de camiones; 48 pilotes inclinados (102 originales)



EDIFICIO OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIAS

(ING. ESTRUCTURAL + SPS: CRISTIÁN DELPORTE + SIRVE S.A.)

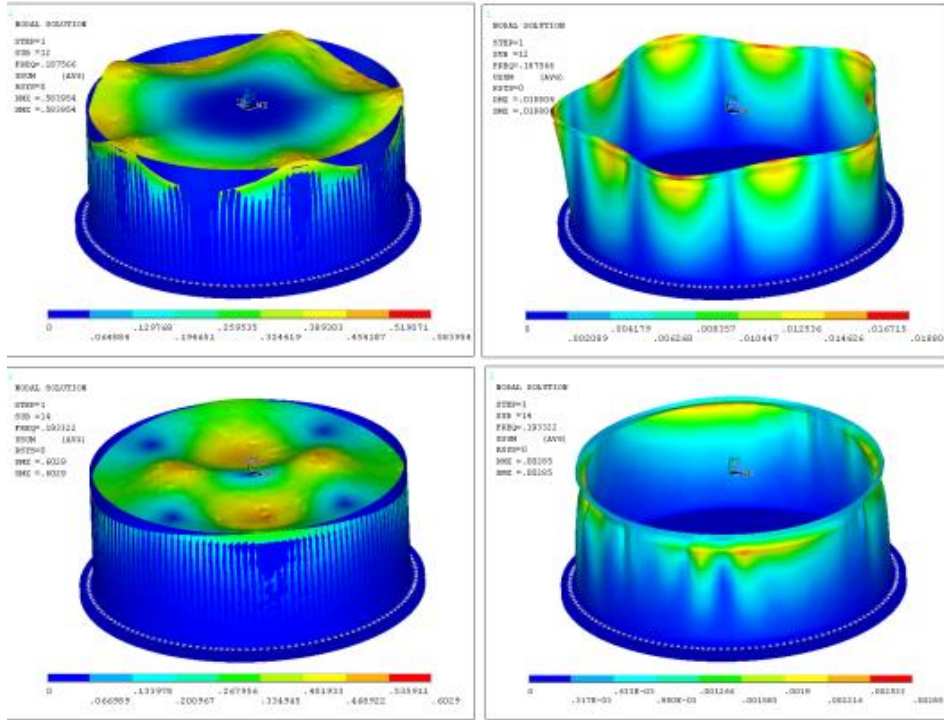


- Edificio de 3 pisos sobre el nivel de aislamiento
- Superficie: 5950 m²
- Ubicación: Santiago, Chile
- 16 aisladores elastoméricos
- $T_x = 3,32$ s, $T_y = 3,34$ s



ESTANQUE GNL MEJILLONES

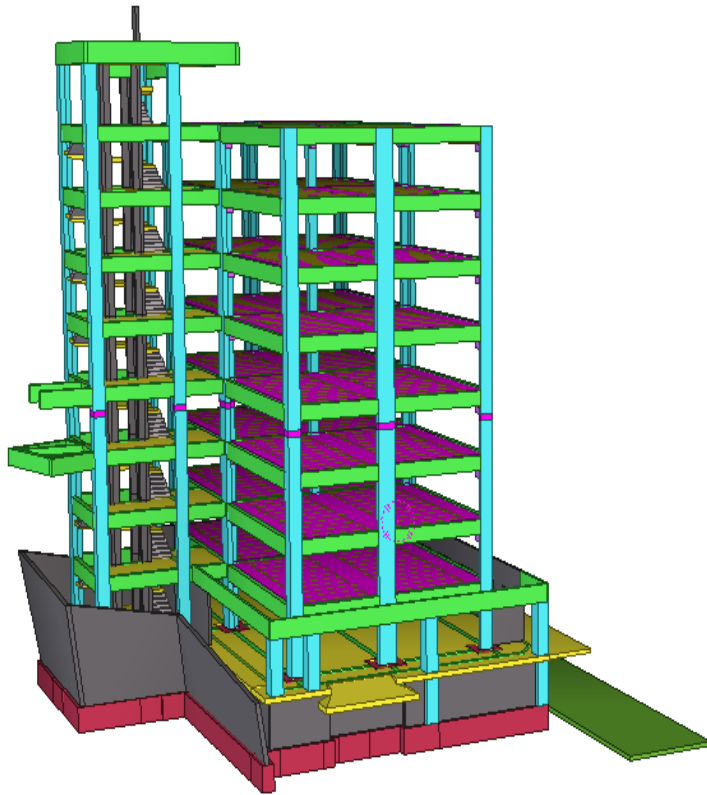
(ING. ESTRUCTURAL + SPS: TÉCNICAS REUNIDAS + SIRVE S.A.)



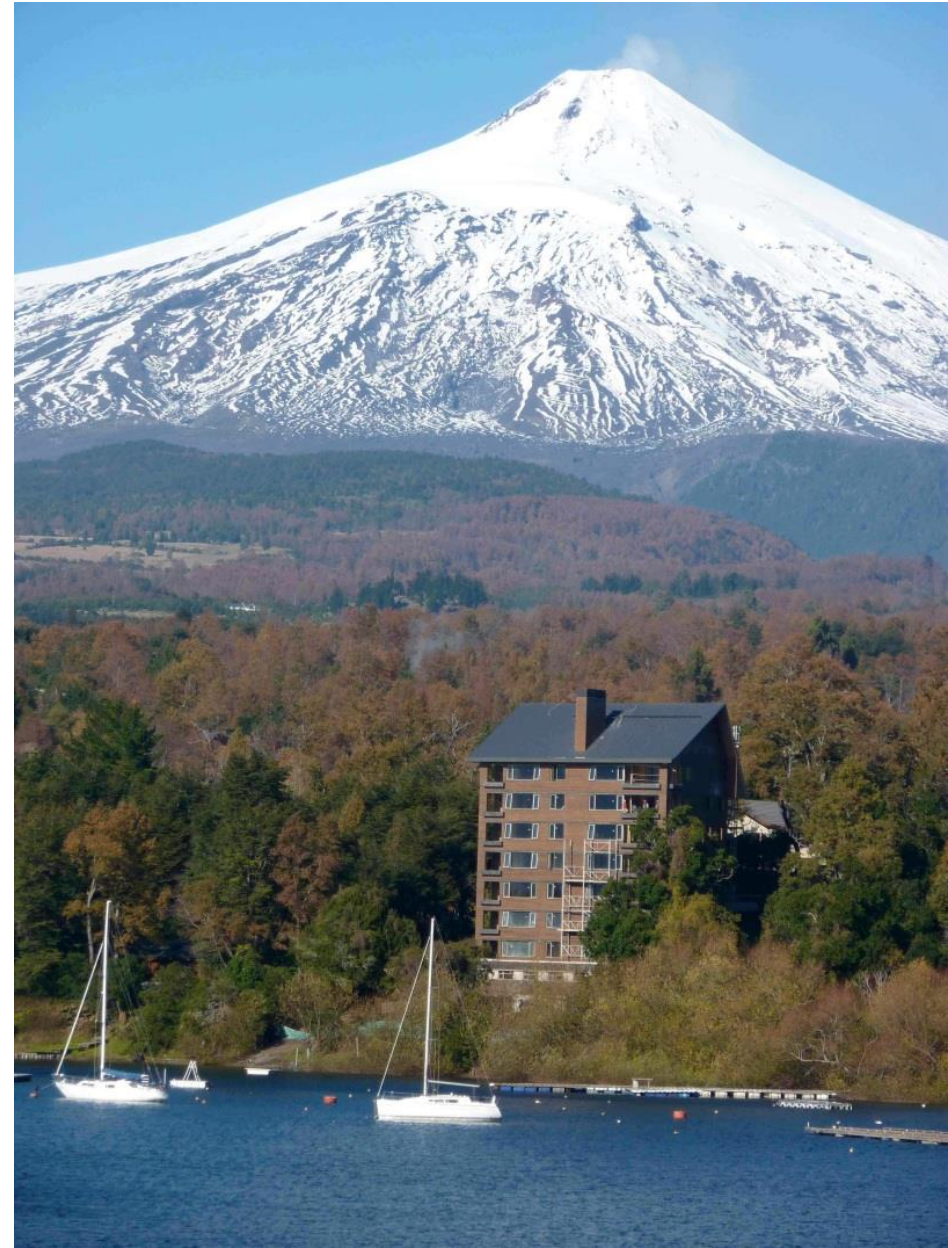
- Dimensiones: $h=50\text{m}$, $D=90\text{m}$
- Ubicación: Mejillones, Chile
- Peso máximo = 160.000ton
- 501 aisladores elastoméricos
- $T = 2,5$ seg.

EDIFICIO PREFABRICADO MARINA PAIHUE

(ING. ESTRUCTURAL + SPS: SIRVE S.A.)



- Edificio de 10 pisos
- Hormigón prefabricado
- Superficie: 2.400 m²
- Ubicación: Pucón, Chile
- 13 aisladores elastoméricos
- $T = 2,94$ seg



VIVIENDAS SOCIALES PANIAHUE

(ING. ESTRUCTURAL + SPS: SIRVE S.A.)



- 8 bloques de 4 pisos c/u.
- 192 viviendas sociales
- Superficie: 26.500 m²
- Ubicación: Santa Cruz, Chile
- 39 aisladores elastoméricos c/u
- $T_x = 3,72$ seg, $T_y = 3,74$ seg



BLOQUE COLAPSADO 27-Feb-2010

CUSTOMS RESIDENTIAL BUILDING, AUCKLAND NZ

(PROYECTO DE CONTROL DE VIBRACIONES POR VIENTO: MOTT MACDONALD + SIRVE S.A.)

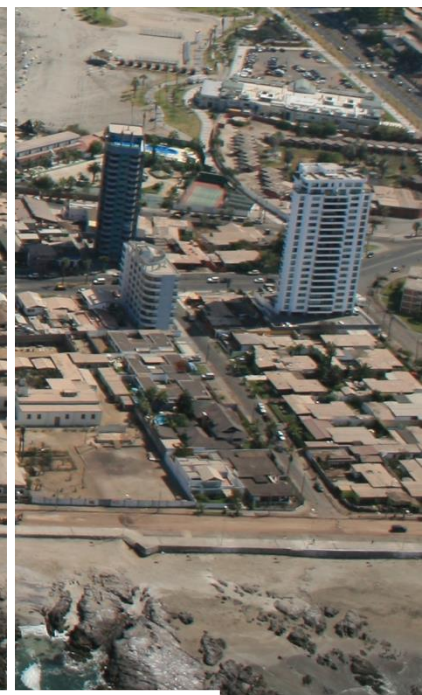
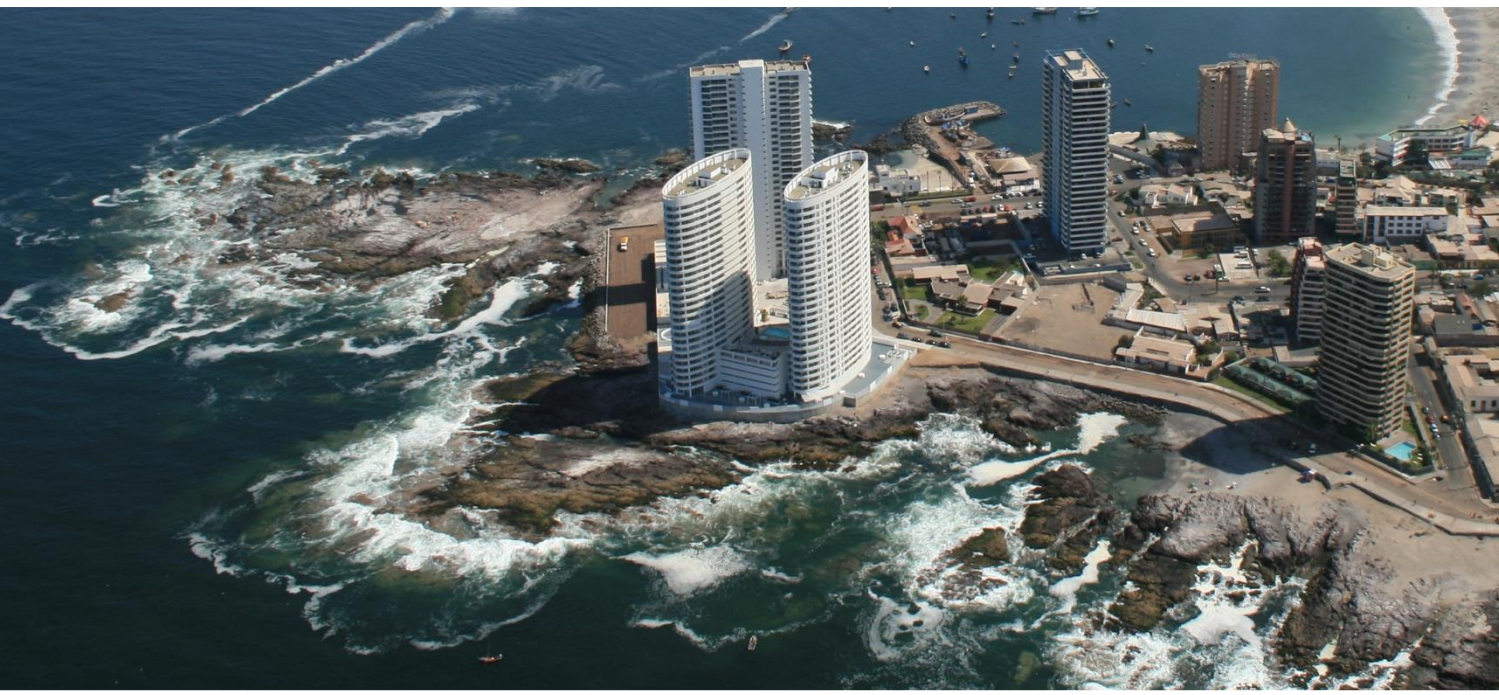


- Superficie total aprox.: 70.000 m²
- Ubicación: Auckland, Nueva Zelanda
- Estructura de acero
- 36 disipadores viscosos (con amplificador de deformación)
- AMS[®] colgado de 150 ton (en diseño)
- Fzas. y def. máximas en configuración “toggle”:
1,5ton y 6mm, respectivamente.
- Fzas. y def. máximas en configuración diagonal:
2,5ton y 1,5mm, respectivamente

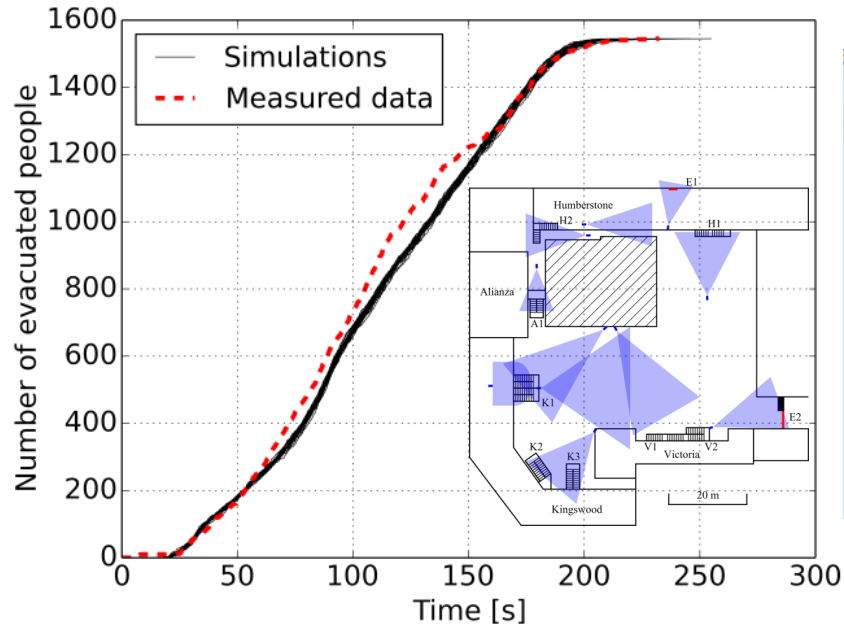
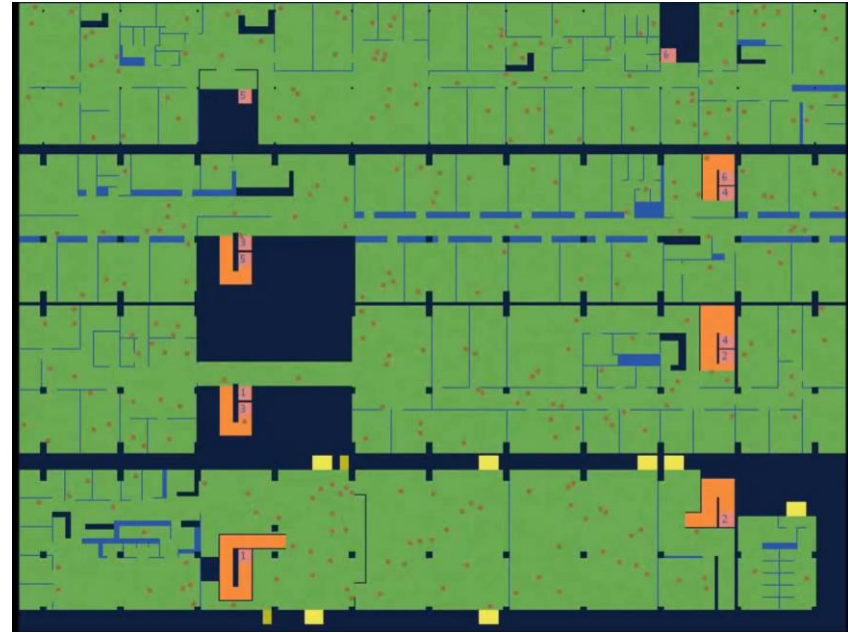




DESAFÍOS

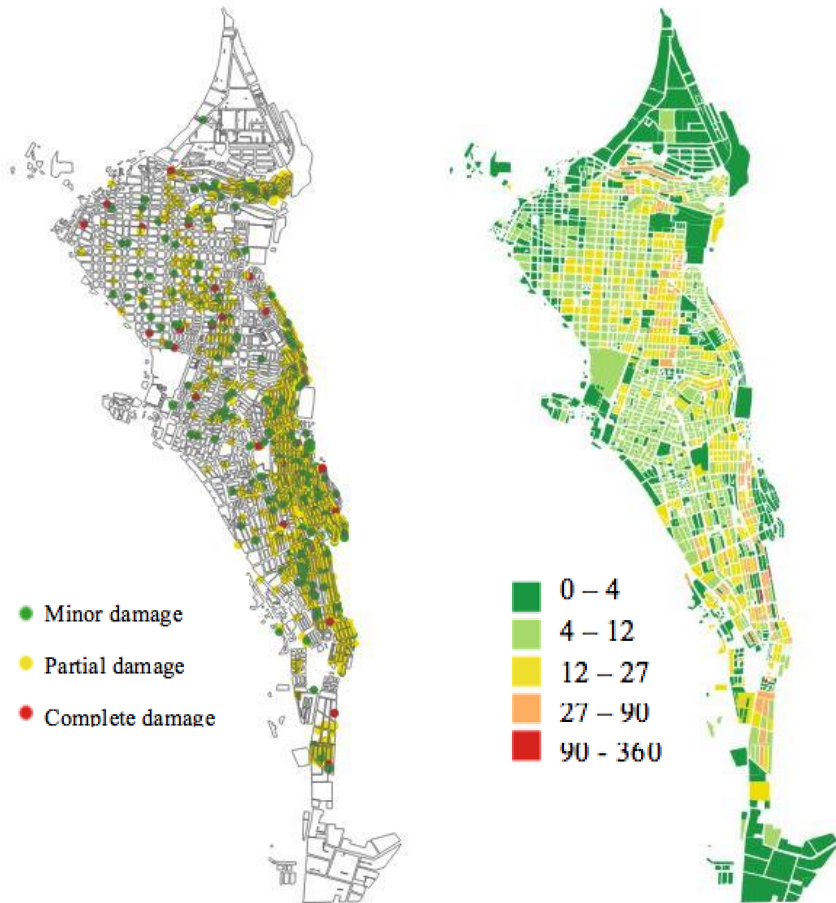


EVACUACIÓN Y PÉRDIDAS HUMANAS



ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS

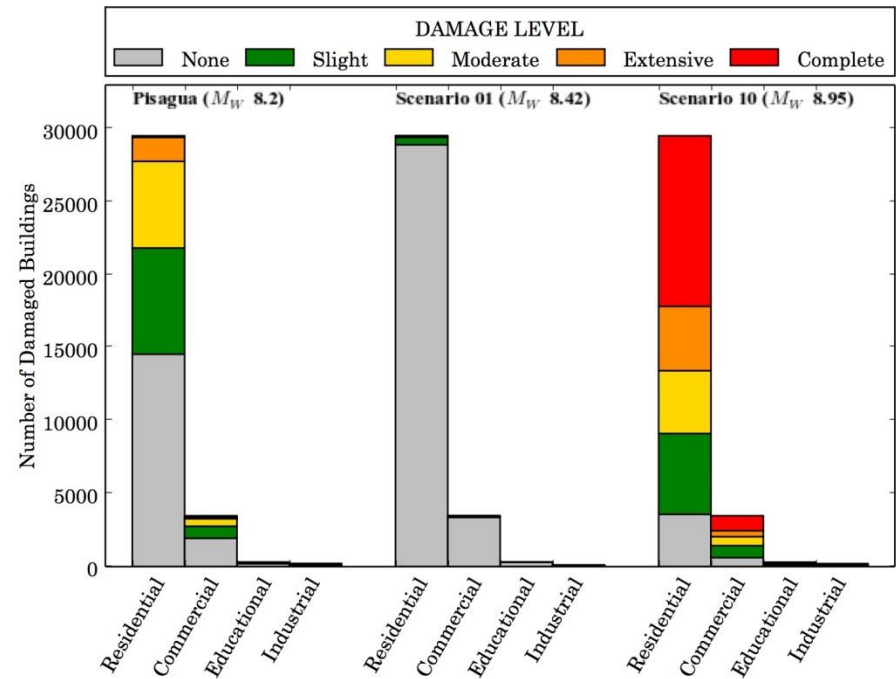
Sismo de Pisagua en 2014 Distribución de edificios dañados



(a) Catastro de daño hecho por la Municipalidad de Iquique

(b) Estimación de HAZUS

Daño a edificios en el inventario agregado



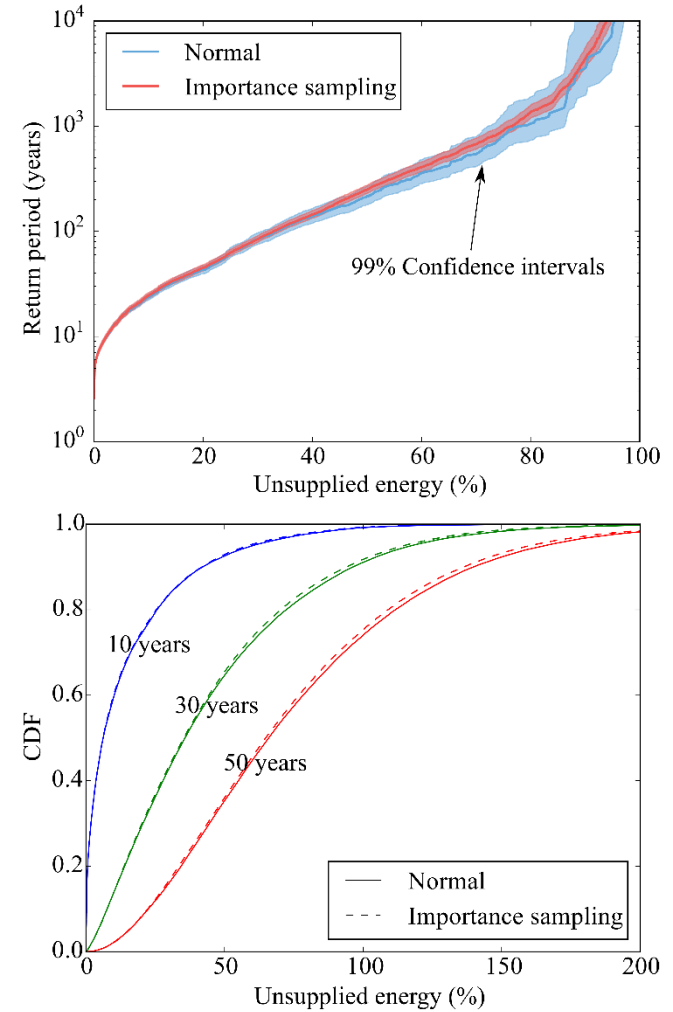
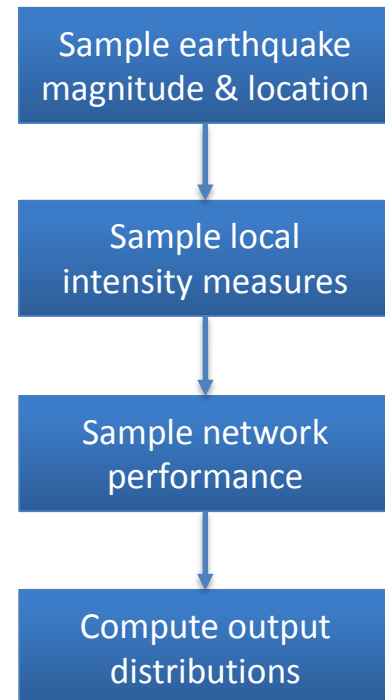
Distribución de daño en tipos de edificación Residencial, Comercial, Educacional e Industrial

RIESGO EN REDES

Red eléctrica



Monte Carlo simulations



RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES



Agradecimientos

CONICYT (Fondecyt, Fondef, Fondap)

CORFO





Muchas Gracias

Juan C. de la Llera