

# Oportunidades de apoyo del Banco Mundial a SEP/INIFED para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa en México

*Fernando Ramirez Cortes*

*Banco Mundial*

*Especialista senior en gestión de riesgo de desastre*

*Programa Global de Escuelas Seguras*

*Taller Internacional Virtual – Febrero 24-26, 2021*



# Alianza estratégica para recuperar la infraestructura educativa afectada en los sismos de septiembre 2017

---



No. de convenio INIFED:  
IISGCONV-143-2017



Contrato No7158688



Servicio de Asesoramiento para apoyar la recuperación de la infraestructura educativa en México afectada por los sismos de septiembre de 2017.

Abril – Diciembre 2018

# Evidencia sobre el comportamiento de los edificios escolares en los sismos de septiembre de 2017



# Lecciones sobre el comportamiento de los edificios escolares en los sismos de septiembre de 2017

---

“El **desempeño sísmico** de las escuelas diseñadas y construidas con **normatividad moderna**, así como con un adecuado **mantenimiento**, fue **muy superior** a la escuelas con pobre diseño y/o falta de mantenimiento. Una estrategia de incremento de la resistencia sísmica debe considerar la rehabilitación sísmica bajo criterios normativos modernos -de diseño y construcción-, así como una cultura de mantenimiento supervisado y de conservación sostenible en el tiempo”

Dr. Sergio Alcocer – UNAM – Instituto de Ingeniería



# Principales reformas de política recomendadas

---

- Establecer una estrategia nacional para mejorar el comportamiento sísmico de los edificios escolares
  - Diseño basado en comportamiento, opción incremental
  - Multianual, coordinación y monitoreo con Estados
- Actualización de marco regulatorio para la gestión de la infraestructura escolar
  - Normas técnicas diseño y construcción (INIFED)
  - Planificación y mantenimiento



# Principales retos técnicos identificados

---

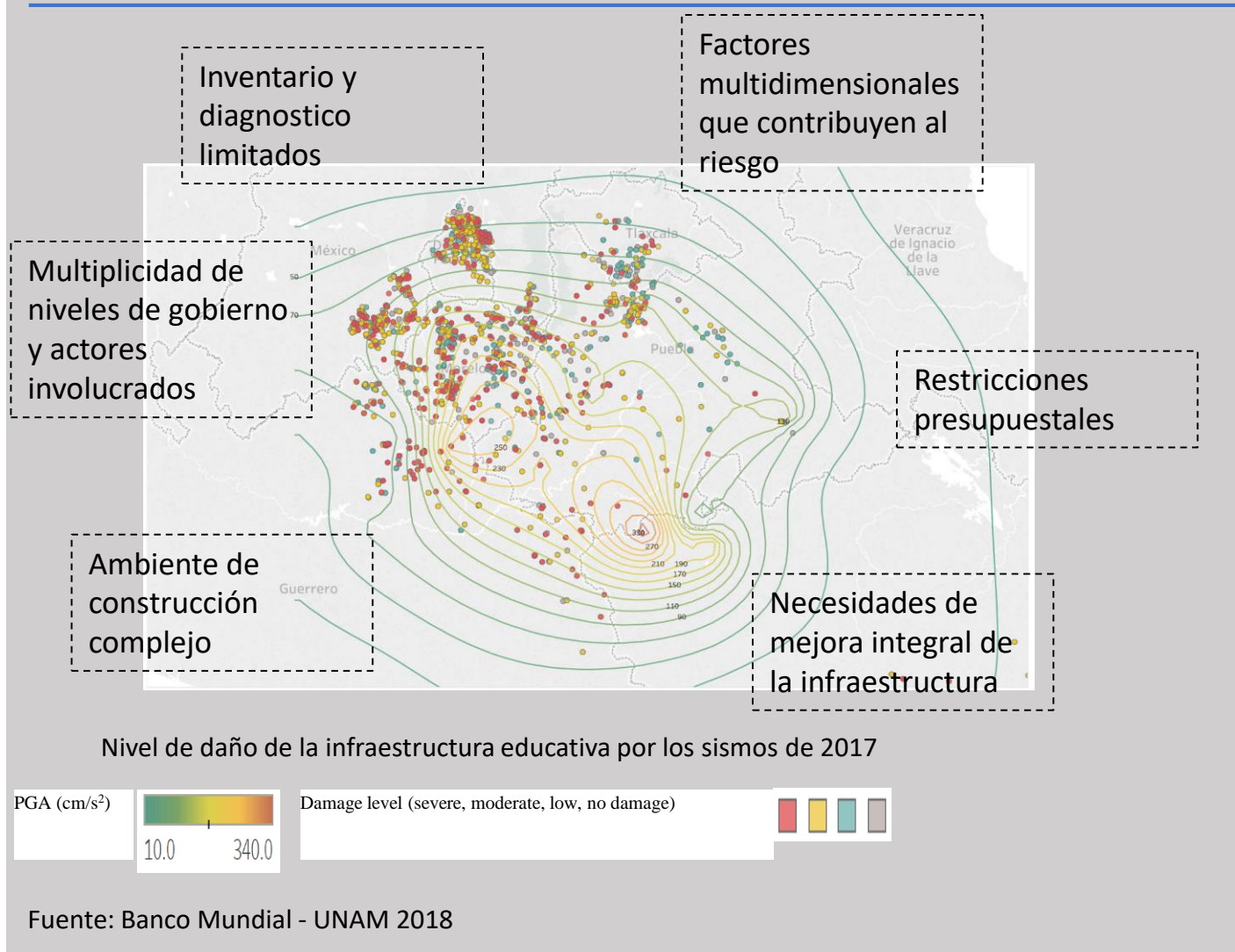
- Conocimiento actualizado y sistemático de la condición y capacidad de la infraestructura existente (gestión de inventario y sistema de información)
- Identificar y evaluar condición de construcciones atípicas (opciones de intervención, necesidades de cambios en regulación)
- Desarrollo de una serie de guías técnicas y manuales alrededor de la evaluación e intervención estructural de los edificios escolares
- Fortalecer la capacidad técnica de equipos responsables de la gestión de infraestructura escolar



# El enfoque y la experiencia desde el Programa Global de Escuelas Seguras del Banco Mundial

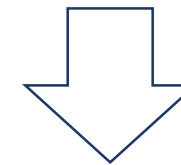


# Retos para la reducción a gran escala del riesgo sísmico de edificios escolares



## Pilares para las soluciones a escala:

- Uso de tecnología e innovación para la gestión de información eficiente
- Decisiones informadas por riesgo
- Optimización de soluciones de ingeniería
- Maximización de beneficios a través de estrategias adecuadas de intervención



## Inversiones eficientes en resiliencia

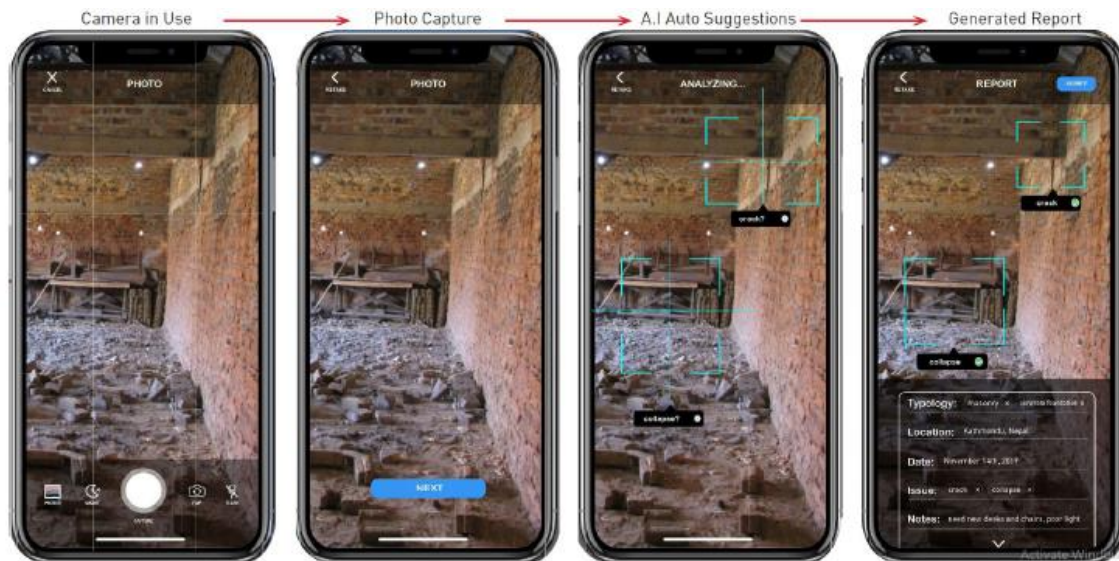
(Mas vidas salvadas por dólar invertido )



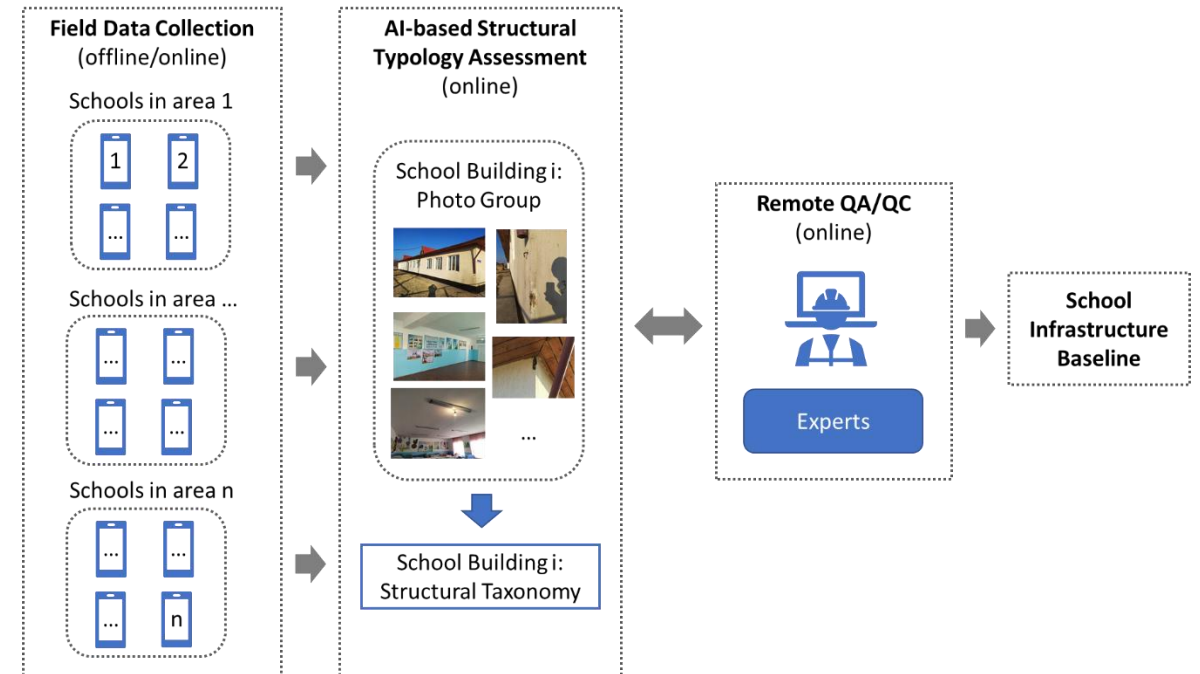


# Uso de tecnología para la inspección de edificios escolares

## Use of artificial intelligence for structural inspection of school buildings



Conceptual user interface design

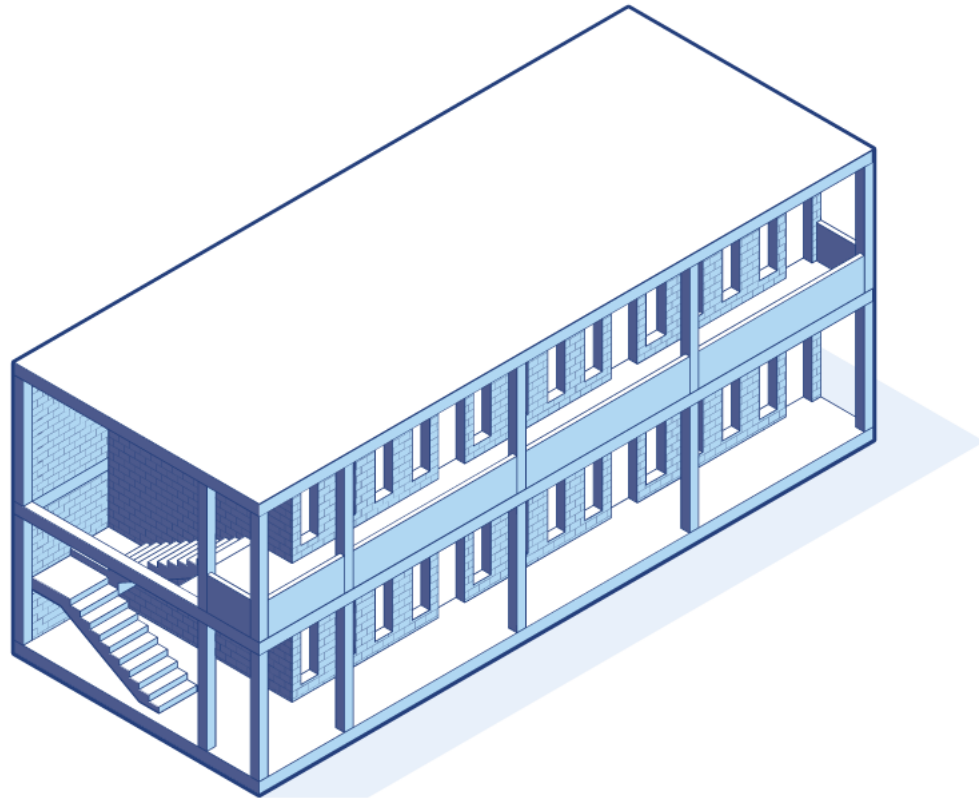


Conceptual learning-by-doing AI-supported data collection workflow for school infrastructure baseline data collection

# GLOSI AI Classifier

Progress: support Tier 1 level identification

## Taxonomy Parameters



Tier 2

Tier 1

**P0: Building Category**

**P1: Main Structural System**

**P2: Height Range**

P3: Seismic Design Level

P4: Diaphragm Type

P5: Structural Irregularity

P6: Wall Panel Length or Span Length

P7: Wall Openings or Pier Type

P8: Foundation Type

P9: Seismic Pounding Risk

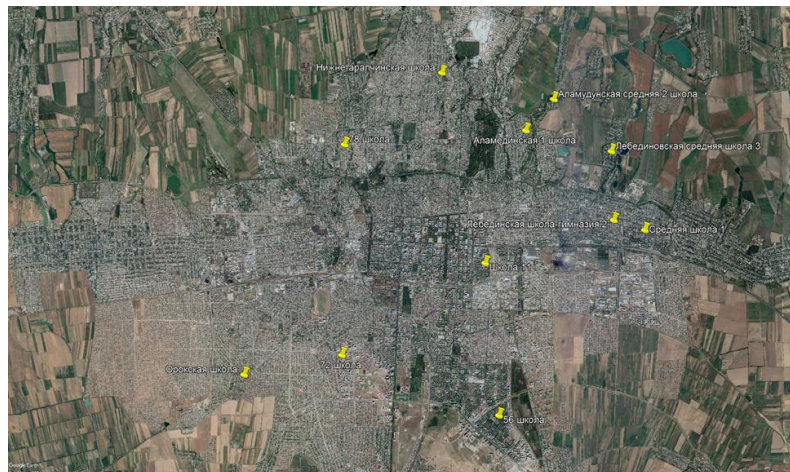
P10: Seismic Retrofitting

P11: Structural Health Condition

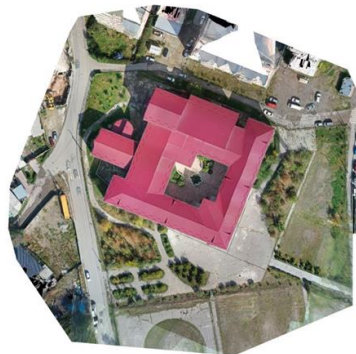
P12: Vulnerable Non-Structural Components

# School Infrastructure Data Collection using Drones

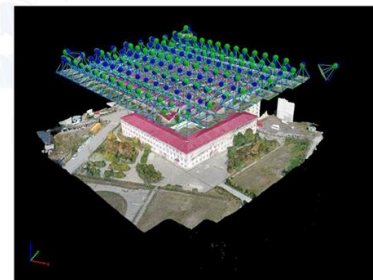
A pilot was conducted in Bishkek, Kyrgyz Republic, to explore school infrastructure data collection for 12 selected schools using drones, covering in total 86 building blocks.



Orthophotomaps created from this data



Data processing through special photogrammetric software – Agisoft Photoscan, Pix4D and etc.



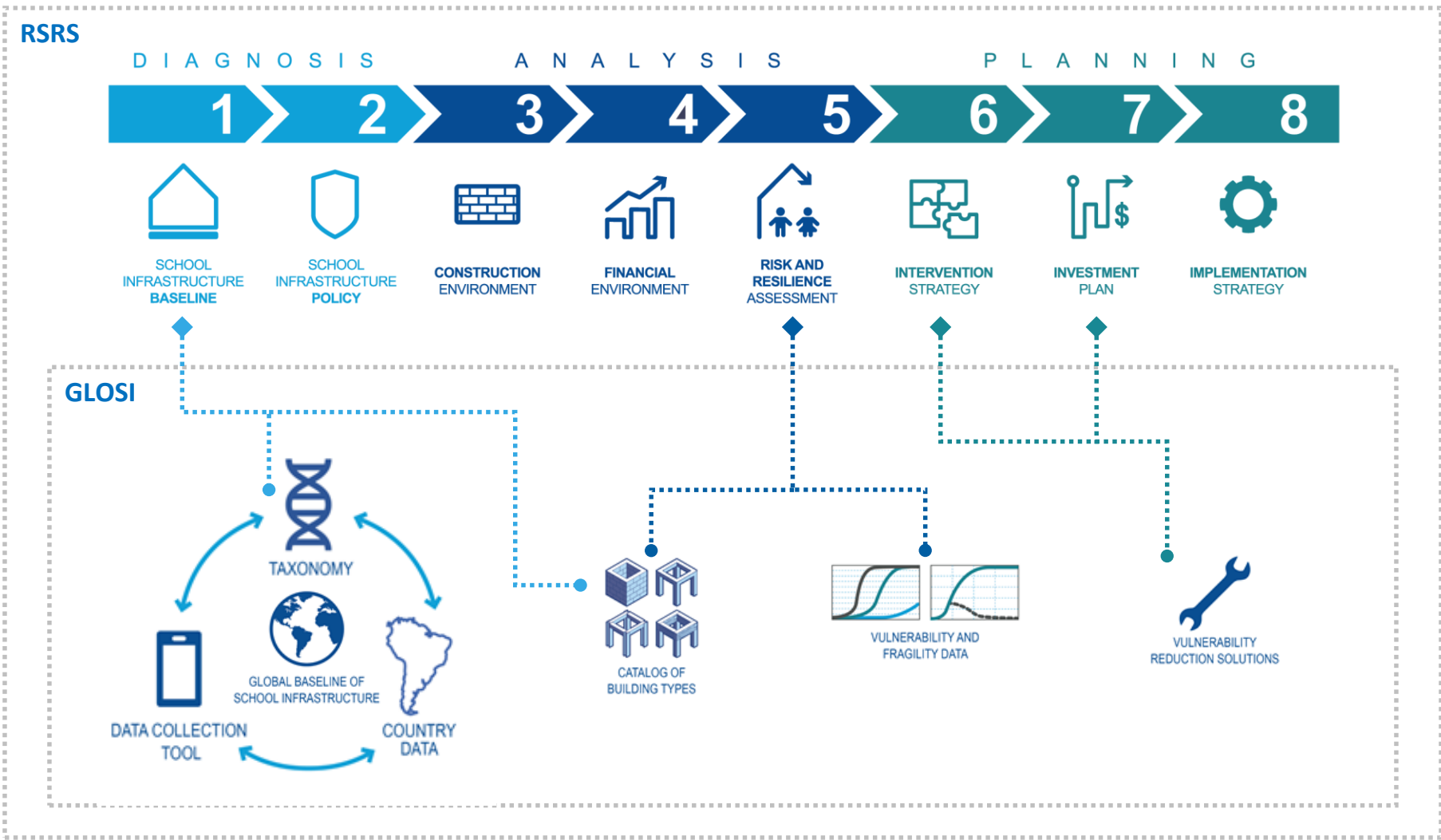
A series of 45° oriented photos were taken in order to get 3D model – 1000-1200 photos per each facility





# Hoja de Ruta para Escuelas Más Seguras y Resilientes

## Biblioteca Global de Infraestructura Escolar

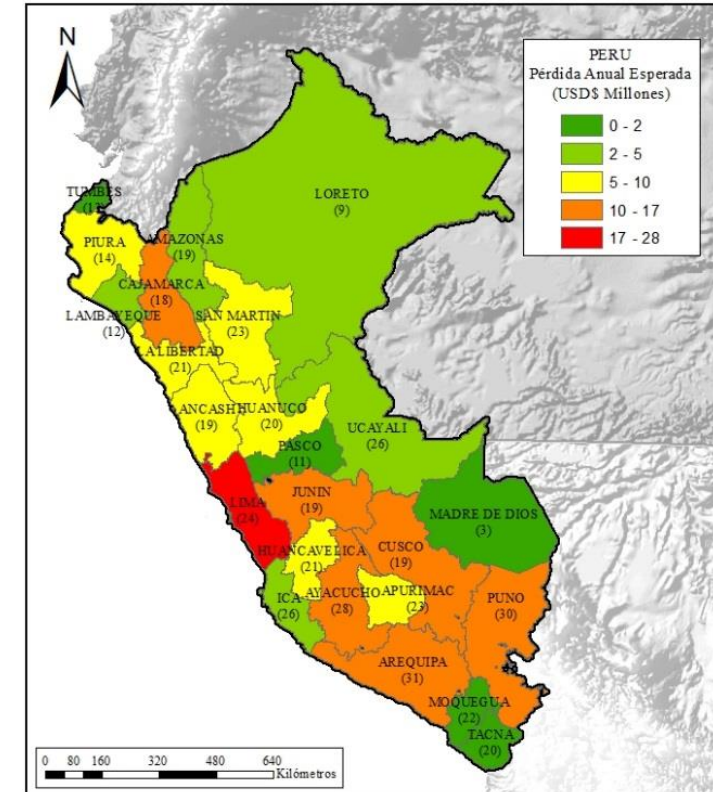
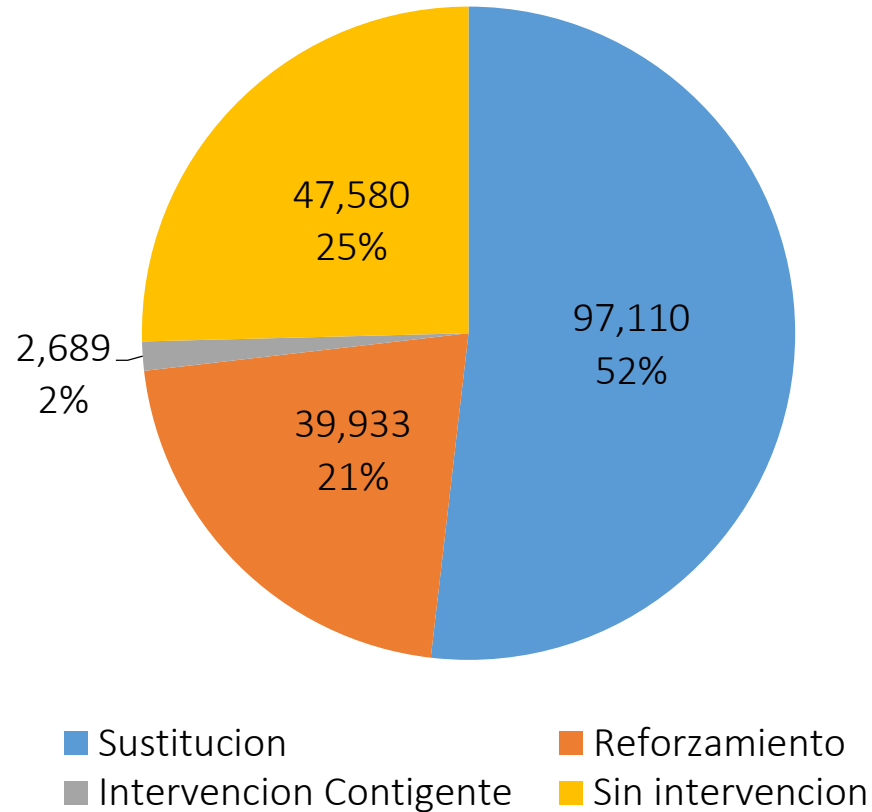


<https://gpss.worldbank.org/>

# Decisiones informadas por conocimiento basado en riesgo













## Distribución espacial de las pérdidas físicas (PAE)

Porcentaje edificaciones por tipo de intervención



## Riesgo sísmico de IE en Perú y necesidades de intervención

# El dilema de las intervenciones a escala

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
<b>Seguridad</b>	Prevención del colapso	Seguridad de la vida	Ocupación inmediata	Operacional
<b>Funcional</b>	Básico	Intermedio	Avanzado	Inovación
<b># de escuelas intervenidas</b>				
<b># de estudiantes beneficiados</b>				
<b>Costo de intervención</b>	\$ \$	\$ \$ \$	\$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$ \$
<b>Tiempo de intervención</b>				

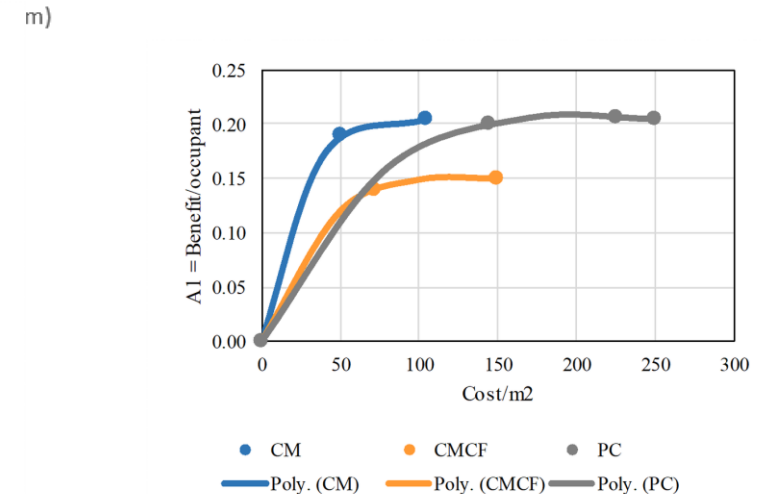
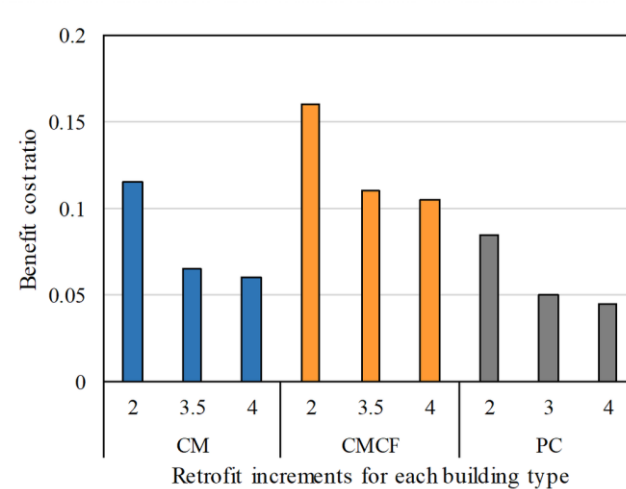
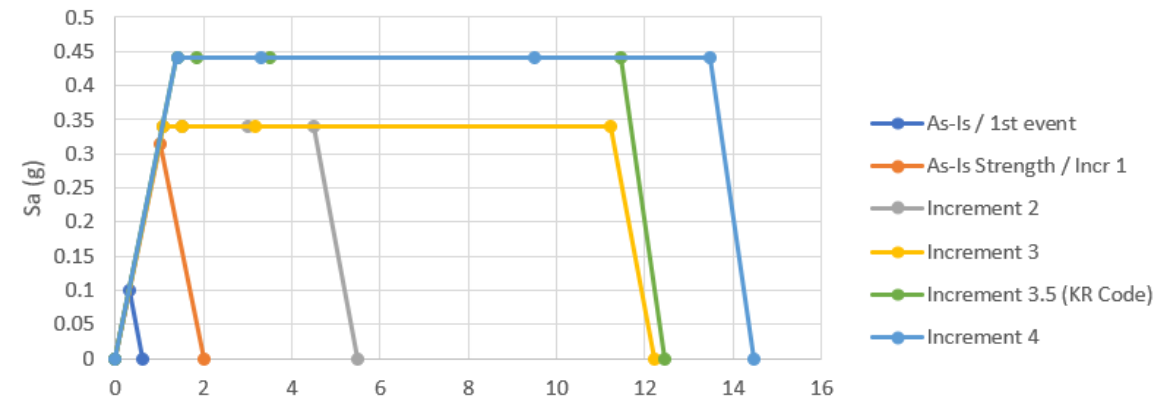
# Optimización de soluciones de ingeniería

Confined Masonry and Concrete Frame with Masonry Infill in Kyrgyz Republic



## Performance-based Assessment

CM Transverse - Simplified pushovers (governing)



# Maximizar beneficios (Kyrgyz proceso de priorización)

- $A_1$  = safety/benefits index

$t$  = remaining building life (years)

$$A_1 = \frac{\textit{Benefit}}{\textit{Occupant}} = \frac{(\textit{EAL} - \textit{EAL}') \cdot t}{\textit{Occupants}}$$

- $A_2$  = cost/efficiency index

$$A_2 = \frac{\textit{Occupants}}{\textit{Cost}}$$

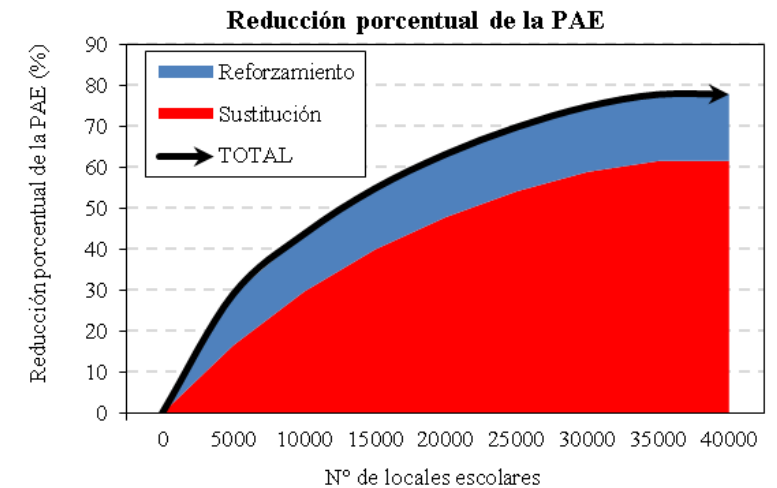
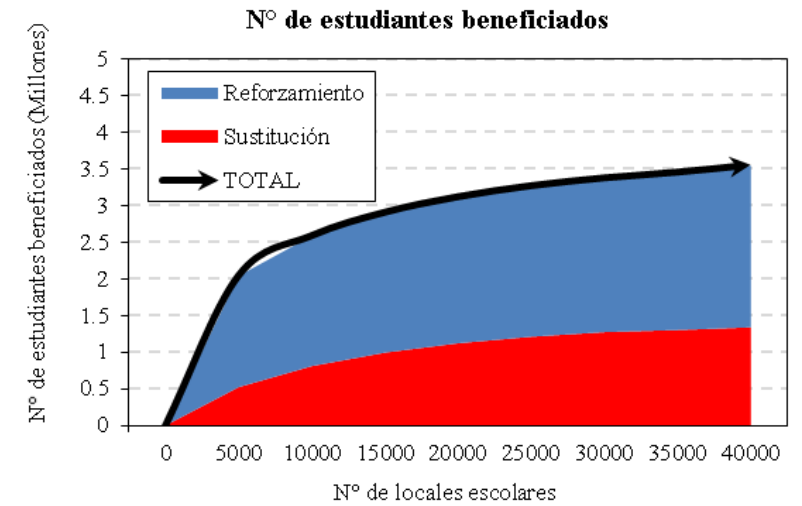
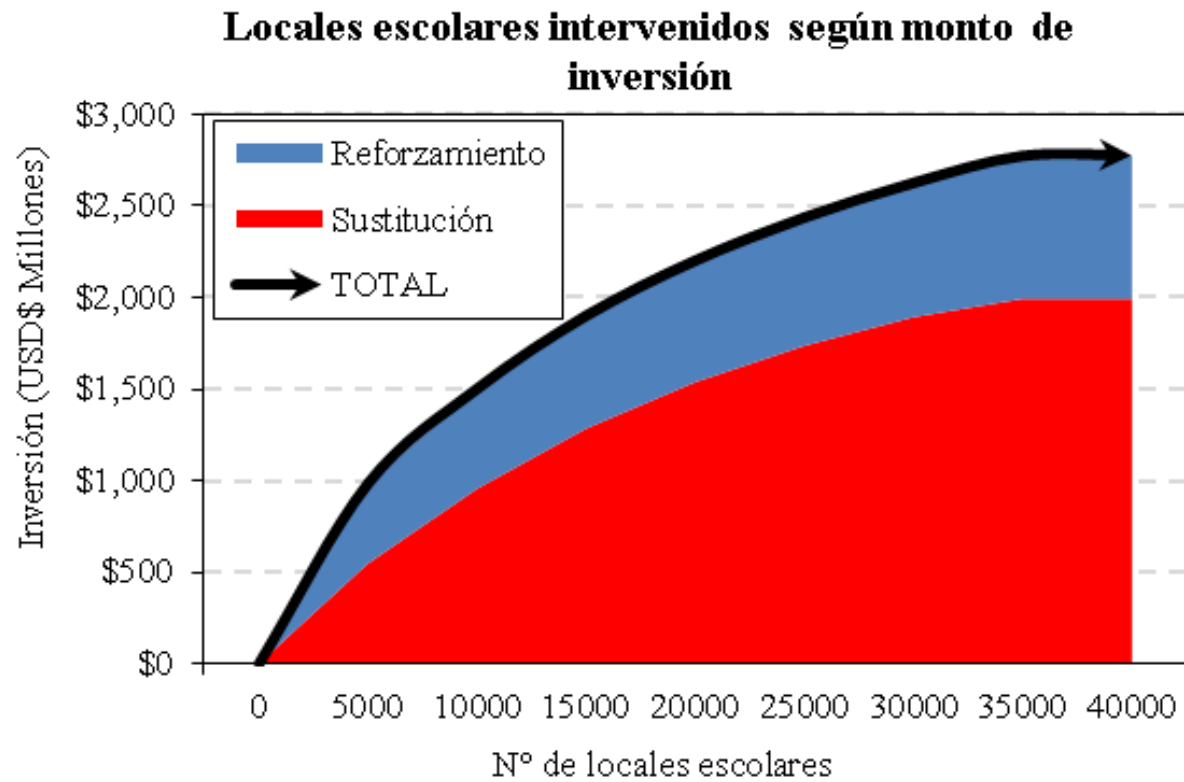
$$\begin{aligned} \textit{Benefit - cost ratio} &= \frac{\textit{Benefit}}{\textit{Cost}} \\ &= \frac{\textit{Benefit}}{\textit{Occupant}} \times \frac{\textit{Occupants}}{\textit{Cost}} \\ &= A_1 \cdot A_2 \end{aligned}$$

Higher  $A_1 \cdot A_2$  = more lives saved per dollar invested





# Análisis beneficio-costo de opciones de intervención



# Alternativas de apoyo financiero y asistencia técnica del Banco Mundial a INIFED



# Valor agregado de una operación de financiamiento y asistencia técnica del BM

---

- Complementa los esfuerzos de INIFED, contribuye a la optimización de inversiones y continuidad de la política
- Contribuye a definir el marco de financiamiento y técnico de mediano plazo para la implementación a escala de la estrategia de reducción de vulnerabilidad de la infraestructura escolar
- Fortalece la capacidad técnica y de gestión de INIFED y los Estados involucrados para la gestión de la infraestructura escolar
- Apalanca esfuerzos de instituciones técnicas para la optimización de soluciones de ingeniería
- Provee acceso a métodos y herramientas eficientes de formulación, ejecución, seguimiento y monitoreo para fortalecer la rendición de cuentas y transparencia.



## Programa de Inversión (IPF) / Programa por Resultados (PfR)

Etapa	Tiempo Est.
<p><b>Preparación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Definir alcance del Programa</li> <li>•Definir arreglos institucionales</li> <li>•Preparar los arreglos de salvaguardas sociales/ambientales (Evaluaciones fiduciarias, ambientales, sociales para PfR)</li> <li>•Preparar estudios de prefactibilidad, consultorías, línea de base, etc.</li> <li>•Preparar el borrador del Manual de Operaciones</li> </ul>	6-8 meses
<p><b>Evaluación (<i>Appraisal</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Publicación y socialización de estudios y planes sociales y ambientales, borrador de plan de adquisiciones para los primeros 18 meses, arreglos fiduciarios, etc.)</li> </ul>	1 mes
<p><b>Negociación y Aprobación por el Directorio del BM</b></p>	2 meses
<p><b>Aprobación por el Gobierno</b></p>	Por definir
<p><b>Efectividad</b></p>	Por definir

# Asistencia Técnica para complementar apoyo financiero

- Acceso a fondos de asistencia técnica no reembolsables complementarios
- Acceso a herramientas, conocimiento y experiencia internacional en programas similares
- Facilita el fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados
- Potenciales tópicos de asesoría técnica:
  - Diseño de la Estrategia Nacional para mejorar el comportamiento sísmico de los edificios (implementación de la hoja de ruta)
  - Desarrollo de línea de base y sistemas de información
  - Optimización de opciones de reforzamiento
  - Diseño de actividades de fortalecimiento de capacidades
  - Diseño de estrategias de comunicación

