



EL FORO  
DE LA  
CIUDAD

QUITO - ECUADOR



CAE-P

COLEGIO DE  
ARQUITECTOS  
DEL ECUADOR  
PICHINCHA

# PROYECTO PILOTO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA EDIFICACIONES VULNERABLES FRENTE A RIESGOS SÍSMICOS



[www.elforodelaciudad.com](http://www.elforodelaciudad.com)



[elforodelaciudad@cae.org.ec](mailto:elforodelaciudad@cae.org.ec)

## EL FORO DE LA CIUDAD®

Es un espacio de reflexión, discusión, debate y elaboración de propuestas, desde el que se aborda el tratamiento técnico de aspectos relevantes de la problemática urbana y territorial, buscando planteamientos y soluciones consensuadas, con alta representación institucional y activa participación ciudadana, para contribuir al crecimiento y desarrollo sostenible de las ciudades, así como a la construcción de opinión calificada y representativa.



### PROYECTO PILOTO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA EDIFICACIONES VULNERABLES FRENTE A RIESGOS SÍSMICOS

Por sus condiciones geográficas y geológicas, Ecuador es un país expuesto a múltiples amenazas naturales. Entre ellas, y debido a la precariedad de muchas edificaciones, el riesgo sísmico es de especial relevancia por sus potenciales efectos catastróficos, como se evidenció en el terremoto de abril del 2016.

Frente a esta ineludible realidad, el Colegio de Arquitectos de Pichincha (CAE-P), a través de El Foro de la Ciudad®, plantea el **Proyecto Piloto de Reforzamiento Estructural para Edificaciones Vulnerables frente a Riesgos Sísmicos**, como resultado de un profundo proceso de conceptualización, enriquecido con el aporte de expertos de diversos campos. Esta propuesta exige

una participación multisectorial y multidisciplinaria, que contribuya a la creación de una política pública, que asegure su replicabilidad a nivel local y nacional.

El proyecto busca iniciar y evidenciar en el territorio, procesos de factibilidad para reducir la vulnerabilidad en edificaciones expuestas al riesgo sísmico. Para ello, es vital contar con la participación de instituciones gubernamentales, miembros de la comunidad, la academia, los gremios y el sector privado para construir colectivamente modelos de gestión y los marcos jurídicos necesarios para reforzar las construcciones existentes y mejorar los procesos constructivos en las nuevas edificaciones. De esta manera se busca salvar vidas, garantizando un entorno más seguro para la población.

#### OTROS OBJETIVOS SON:

1.

Plantear una propuesta en **coordinación y sinergia con múltiples actores**, tanto del sector público, como del privado, con alto poder de decisión y voluntad política.

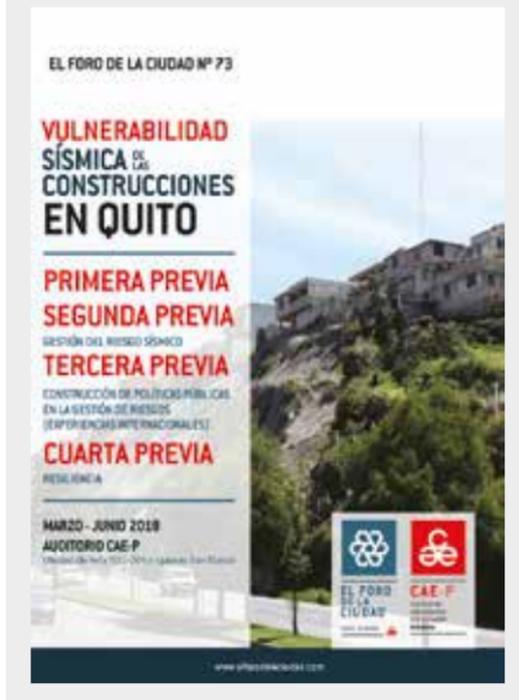
2.

Desarrollar un **proyecto piloto** que sirva de insumo para el programa integral, en el que se incluyan recomendaciones sobre aspectos técnicos, económicos, jurídicos, sociales, institucionales y comunitarios, levantados durante el proceso.



#### DATOS

El riesgo se configura también por la vulnerabilidad socioeconómica, que, a su vez, deriva en la vulnerabilidad de las edificaciones, resultado de materiales y procesos constructivos poco técnicos.



#### CIFRAS #

En Quito aproximadamente el **65%** DE LAS CONSTRUCCIONES SON INFORMALES y muchas se encuentran localizadas en zonas inseguras.

## PROYECTO PILOTO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA EDIFICACIONES VULNERABLES FRENTE A RIESGOS SÍSMICOS

En 2018, El Foro de la Ciudad® realizó cuatro encuentros con expertos que analizaron la problemática desde varias aristas: vulnerabilidad sísmica de las construcciones en Quito; gestión del riesgo sísmico; construcción de políticas públicas en la gestión de riesgos -experiencias internacionales- y resiliencia.

A partir de estos encuentros, se realizó un diagnóstico claro y se planteó la necesidad de ejecutar un proyecto piloto. Para ello, se buscó desarrollar un método de reforzamiento estructural que fuera social y económicamente factible, que

incluya sistemas de financiamiento para asegurar su sostenibilidad y replicabilidad a nivel nacional, con un modelo de gestión que involucre a la comunidad, autoridades locales y nacionales, hacedores de política pública, academia, sector privado, colaboración internacional y sector financiero.

Uno de los productos de este proyecto piloto será un documento sistematizado, que recoja cada proceso operativo, abarcando las variables sociales, económicas y técnicas, a través de la formulación de modelos de reforzamiento.

## SISTEMA DE REFORZAMIENTO

El sistema de reforzamiento estructural aplicado es conocido como ENCHAPE DE MAMPOSTERÍA, desarrollado por el Ing. Msc. Patricio Placencia. Es relativamente simple y de bajo costo. Es válido para la mayoría de edificaciones de uno o dos pisos, construidas con mampostería de bloque de cemento, que es la tipología más común con la que se construye en los barrios informales de Quito.

La mampostería comúnmente construida con bloques huecos de hormigón es enchapada con mortero de baja resistencia (cemento, arena, agregado grueso no mayor a 10 mm y agua) y malla electrosoldada de hierro corrugado de 4 mm de 10 cm por 10 cm. Para fijar la malla se colocan conectores con varillas de 8 mm como anclajes a vigas y columnas y grapas de varilla corrugada de 6 mm.

El sistema permite que las paredes enchapadas se comporten como muros de corte, ideales para resistir fuerzas sísmicas.

## DATOS

“El Ecuador tiene dos causantes de los terremotos: su ubicación, en la zona activa de la placa de Nazca, donde se generan grandes terremotos en la Zona de Subducción (hundimiento de una placa bajo otra placa) y la deformación en la corteza terrestre, en los Andes las fallas relacionadas con esta deformación responden a que la corteza es frágil y cuando se rompe debajo de las ciudades, no se necesitan magnitudes mayores, pues con medianas se producen grandes catástrofes” (YÉPEZ, 2018)

En base a diversas investigaciones realizadas sobre vulnerabilidad sísmica en diferentes partes del mundo, se ha concluido que, “los terremotos no son responsables de muertes”, debido a que lo que produce la mayor cantidad de muertes es el colapso de las edificaciones.

# FASES DEL PROYECTO PILOTO

## TALLER 1:

Se desarrolló para determinar procedimientos, materiales, tiempos y presupuestos del sistema de reforzamiento denominado **“enchape de mamposterías”**, que consiste en convertir una estructura deficiente en una muy eficiente de paredes estructurales, reforzando las mamposterías existentes con un enlucido armado de poco espesor. El taller estuvo dirigido a la academia (docentes y estudiantes), profesionales (ingenieros y arquitectos), trabajadores (maestros y albañiles), sector público y hacedores de política pública.

Esta técnica es recomendada por el Ing. Patricio Placencia y se ha implementado en México, con el respaldo del PNUD. Esta es una alternativa que evita el derrocamiento de una casa.

## 1. PAREDES



A

Picar el enlucido para que el mortero se adhiera bien.



B

Perforar la pared en puntos determinados para traspasar con vinchas o grapas.



C

Acomodar las mallas de acuerdo con la geometría de las paredes.



**D**

Colocar conectores en las columnas.



**E**

Ubicar vinchas en las perforaciones.



**F**

Colocar acero de refuerzo adicional en los vanos.



**G**

Aplicar el mortero en capas.



## 2. CIMENTACIÓN

Doblar la malla electrosoldada, consiguiendo una especie de viga de cimentación, factible cuando se pueda realizar una pequeña excavación o se trate de suelo natural o usar conectores unidos con epóxico a la cadena de amarre.



## 3. CUBIERTA

Para la cubierta, también se puede colocar conectores unidos mediante epóxico, en caso de que exista una losa de hormigón.

## 4. ENLUCIDO Y ACABADOS

Con el enchape concluido se realiza el enlucido para recibir los acabados finales.



## TALLER 2:

Consiste en la ejecución del proyecto piloto de reforzamiento estructural en 3 viviendas de diferentes tipos. Al concluir esta fase se formulará un manual de procesos que incluya todas las variables del proyecto: técnicas, sociales, institucionales, económicas.

### La Roldós, barrio seleccionado para el proyecto piloto

La Cooperativa de Vivienda Jaime Roldós, conocida como “La Roldós”, es un barrio informal de rápido desarrollo, producto de la autoconstrucción. Las viviendas, construidas con sistemas de hormigón armado, obedecen únicamente a criterios de funcionalidad, sin tomar en consideración estudios técnicos. Modelos de simulación del comportamiento dinámico realizados por la Universidad Politécnica del Ecuador evidencian que, ante un evento sísmico de mediana intensidad, este tipo de construcciones tienen **un 80% de probabilidad de sufrir daño extensivo y un 45% de colapsar.**



#### CIFRAS #

Desde el punto de vista financiero es hasta un

**30% MÁS ECONÓMICO REFORZAR QUE RECONSTRUIR.** (YEPEZ, 2018)

## TALLER 3:

Consiste en el reforzamiento estructural en una edificación pública (escuela), donde se aplicará la misma técnica de los dos talleres anteriores. El objetivo de este reforzamiento es crear un sitio seguro en el barrio para que pueda servir de albergue en caso de una emergencia.

# TALLER 3

## PRESUPUESTO

El valor total de la inversión es de USD 60.000, SESENTA MIL DOLARES, que incluye costos de capacitación, coordinación, estudios técnicos (planos, evaluación estructural), materiales y mano de obra para reforzamiento de edificios y procesos de socialización. El CAE-P está aportando con la dirección, coordinación y planificación del proyecto piloto.

Estos aportes se verán complementados por la colaboración de estudiantes, a través de prácticas profesionales, y de docentes de diferentes facultades y universidades, además de la prestación de servicios por medio del uso de laboratorios. La participación activa de la empresa privada, en el marco de responsabilidad social empresarial, es importante para que este proyecto pueda concretarse.

## PAQUETES DE APOYO

Dada la trascendencia del tema que motiva esta propuesta, las empresas que apoyen económicamente esta iniciativa tendrán un nivel de exposición que, sin duda, incidirá positivamente en su reputación institucional y visibilizarán su compromiso social con la ciudad y el país. En este sentido, ofrecemos tres posibilidades de participación.

### PAQUETE DIAMANTE

Presencia de marca en toda la documentación relacionada con el proyecto (papelería, presentaciones, banners), medios propios del Colegio de Arquitectos de Pichincha, El Foro de la Ciudad® y la Entidad Colaboradora del Colegio de Arquitectos de Pichincha (redes sociales, envíos masivos de correo electrónico, página web y material promocional), mención en eventos relacionados y en vocerías en espacios públicos y medios de comunicación.

USD. 15.000

### PAQUETE ORO

Presencia de marca en toda la documentación relacionada con el proyecto (papelería, presentaciones, banners), medios propios del Colegio de Arquitectos de Pichincha, El Foro de la Ciudad® y la Entidad Colaboradora del Colegio de Arquitectos de Pichincha (redes sociales, envíos masivos de correo electrónico, página web y material promocional).

USD. 10.000

### PAQUETE PLATA

Presencia de marca en toda la documentación relacionada con el proyecto (papelería, presentaciones, banners), mención en los eventos relacionados.

USD. 5.000

## MÁS CIFRAS #

En el sismo del **16 de abril del 2016** se registraron **677 FALLECIDOS** y pérdidas económicas por **USD 3.300 MILLONES.**



En el 2017, **INFORM**, organización especialista en evaluación de riesgos y crisis humanitarias de desastres, definió a los **TERREMOTOS, TSUNAMIS E INUNDACIONES** como los riesgos más prominentes para Ecuador.



A partir del **SIGLO XX** han ocurrido varios sismos en la ciudad, con un rango de intensidad entre los **6.0 HASTA 8.8 GRADOS** en la escala sismológica de Richter.

En los sismos de 1906 (uno de los diez más fuertes del planeta), 1949 y 1987 aproximadamente **13.000 PERSONAS MURIERON** por el colapso de edificaciones.



El Ecuador, está ubicado en el puesto **69/191** EN EL **ÍNDICE DE RIESGOS** de INFORM.

Según la Encuesta Nacional de Construcciones 2016, solo el **40%** de las edificaciones **presentan PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN.**

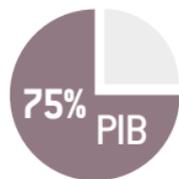


**DE MANERA INFORMAL** se levantan, aproximadamente, **45.000**, edificaciones por año, Quito y Guayaquil registran la mayor actividad constructiva (formal e informal).

De los permisos de construcción concedidos en el 2016, predomina la tendencia a utilizar hormigón como material principal.

**81,4%** de las edificaciones han proyectado construir sus cimientos con hormigón,  
**91,8%** tienen su estructura de hormigón  
**81,6%** utilizan bloque para las paredes  
**46,7%** emplean losa de hormigón armado.  
[INEC, 2017].

Según el Índice de Riesgos de Ciudades elaborado por Lloyd, la creciente economía de Quito está expuesta a altos niveles de riesgos.



Los desastres naturales representan alrededor del **75% del PIB en riesgo de la capital**, y dentro de estos, los **TERREMOTOS SIGNIFICAN EL**

**51.25%**

del PIB en riesgo; constituyendo **USD 600 billones**. [Oberholzer, Knep, & Vogeli, 2017]

Modelos de simulación realizados por expertos señalan que, dadas las **características geográficas y las tipologías de las viviendas de Quito, ante un evento telúrico** de gran magnitud existe entre el

**70% Y 90%** de probabilidad de tener daños extensivos en todas las tipologías.

Para sismos de magnitud media la probabilidad de tener daños completos en todas las tipologías oscila entre el 30% y 60%. En lo referente a eventos telúricos de baja intensidad, se prevé que se presenten niveles de daños extensivos superiores al 10%. [ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2016].

De acuerdo con la tabla de vulnerabilidad que establece la Escala Macrosísmica Europea, el

**84%** de los predios de Quito se encuentran en la 2da categoría, de 6



lo cual indica altos niveles de vulnerabilidad. [INSTITUTO DE ESTUDIOS DE LA CIUDAD]

## CAUSAS DE VULNERABILIDAD EN QUITO

- Sistema de planificación urbana desfasado con la realidad territorial.
- Oferta inmobiliaria que no responde a las necesidades de toda la población.
- Normativa constructiva inaplicable frente a la dinámica socio económica y técnica de las construcciones existentes.
- Escaso conocimiento de la población sobre riesgo sísmico.
- Desarticulación institucional.
- Falta de estudio académico en temas de vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes.
- Mano de obra, calificada o no, con escaso conocimiento sobre soluciones sismo resistentes.



## PROBLEMAS DETECTADOS EN EL SISMO DE 2016



- Construcciones ilegales o irregulares que no corresponden a los estudios aprobados
- Construcciones sin estudios técnicos y/o sin permisos municipales
- Construcciones en zonas de riesgo
- Proceso de construcción deficiente que compromete la integridad estructural de la edificación
- Uso de materiales inadecuados, de mala calidad o no aptos para la construcción (como arenas no certificadas, agua con exceso de sales minerales, varillas de acero oxidadas, maderas no tratadas, etc.)



Fuente: (MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, 2019)

## CONCLUSIÓN

El Colegio de Arquitectos de Pichincha y el El Foro de la Ciudad® consideran que el proyecto piloto constituye un insumo válido para la generación de un modelo de gestión integral, puesto que:

**1. Involucra a autoridades locales y nacionales.**

**2. Concientiza a la Academia sobre la necesidad de reformar sus mallas curriculares e incluir materias sobre vulnerabilidad sísmica.**

**3. Contempla mecanismos de participación social que aseguren la sostenibilidad y replicabilidad del proyecto.**



En suma la ejecución del proyecto piloto permitirá contar con un ejemplo de reforzamiento estructural de vivienda de bajo costo, aplicado en territorio, replicable y que puede constituir un importante soporte para la construcción de una política de Estado que integre al reforzamiento como parte del mejoramiento integral de barrios y que pueda ser integrado a los programas estatales de vivienda de interés social.

### CONTACTOS:

Arq. Manuel Uribe - 099 414 0000  
COORDINADOR DEL PROYECTO  
arqmuribe@gmail.com

Arq. Juan Ordóñez – 099 803 7062  
PRESIDENTE DE EL FORO DE LA CIUDAD®  
yunguillano@hotmail.com

Arq. Juan Rodríguez – 099 680 1177  
ADMINISTRADOR CAE-P  
Miembro de El Foro de la Ciudad®  
administracion@cae.org.ec



EL FORO  
DE LA  
CIUDAD

QUITO . ECUADOR



CAE-P  
COLEGIO DE  
ARQUITECTOS  
DEL ECUADOR  
PICHINCHA

CON EL APOYO DE:



ECP  
ENTIDAD  
COLABORADORA  
DE PROYECTOS  
CAE-P

ACREDITADA COMO  
ENTIDAD COLABORADORA

QUITO  
ALECOP

