

# MODELO DE ESTIMACIÓN DE DAÑOS PARA ESTRUCTURAS DE BLOQUE DE CONCRETO

---

Por José Ramos Huevo y T. Mukai



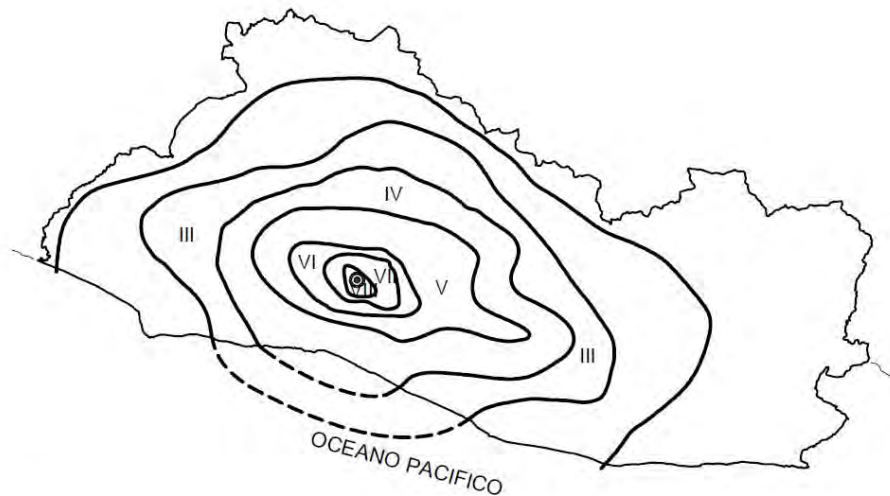
# ANTECEDENTES

---

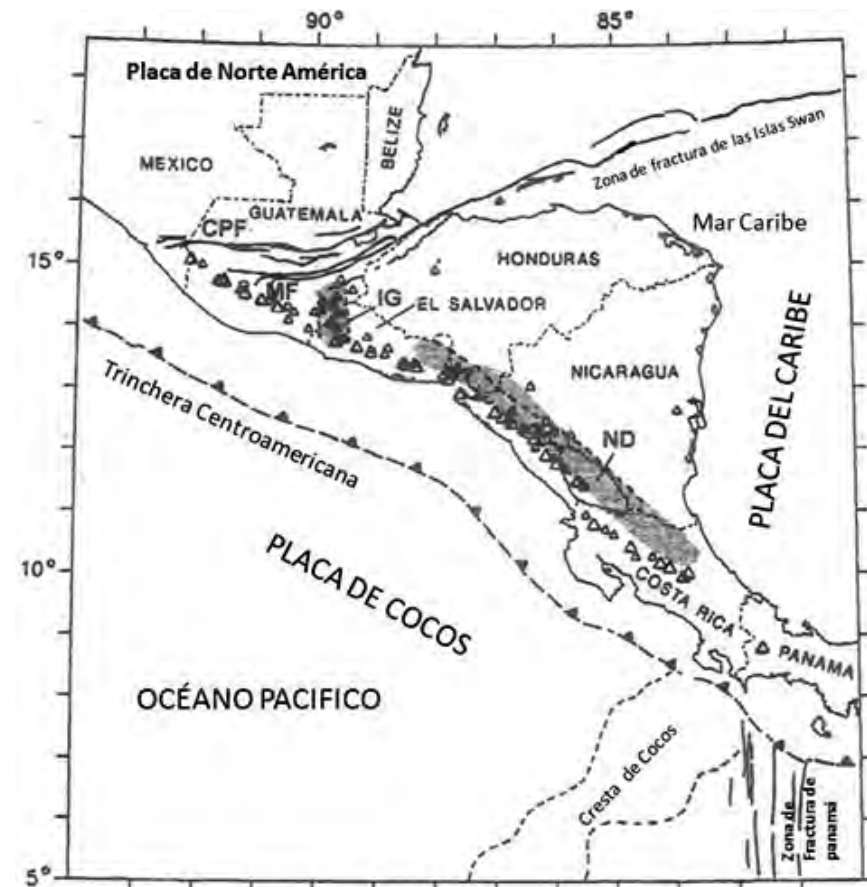
# Vivimos en un país con alta sismicidad

Fuentes generadoras de sismos:

- Zonas de subducción
- Fallas locales



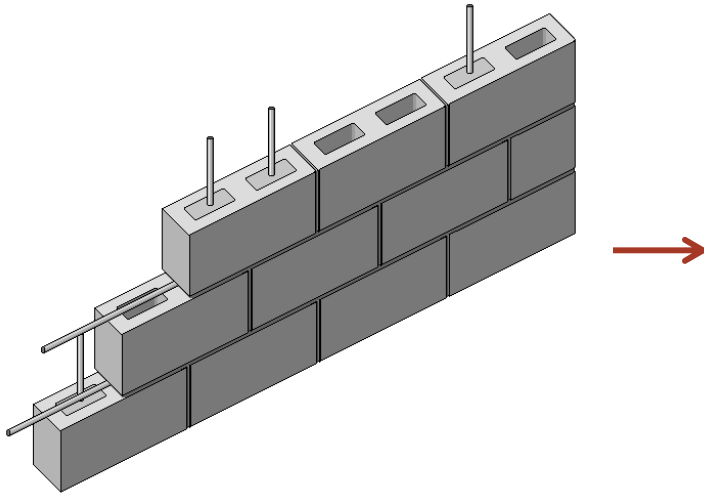
**Falla local**      **ducción**  
**Mw=5.6**            **:7.8**



Adaptado de White y Harlow [1993].

# Sistema constructivo más popular

- El sistema constructivo más popular en El Salvador: “paredes de bloque de concreto con refuerzo integral”

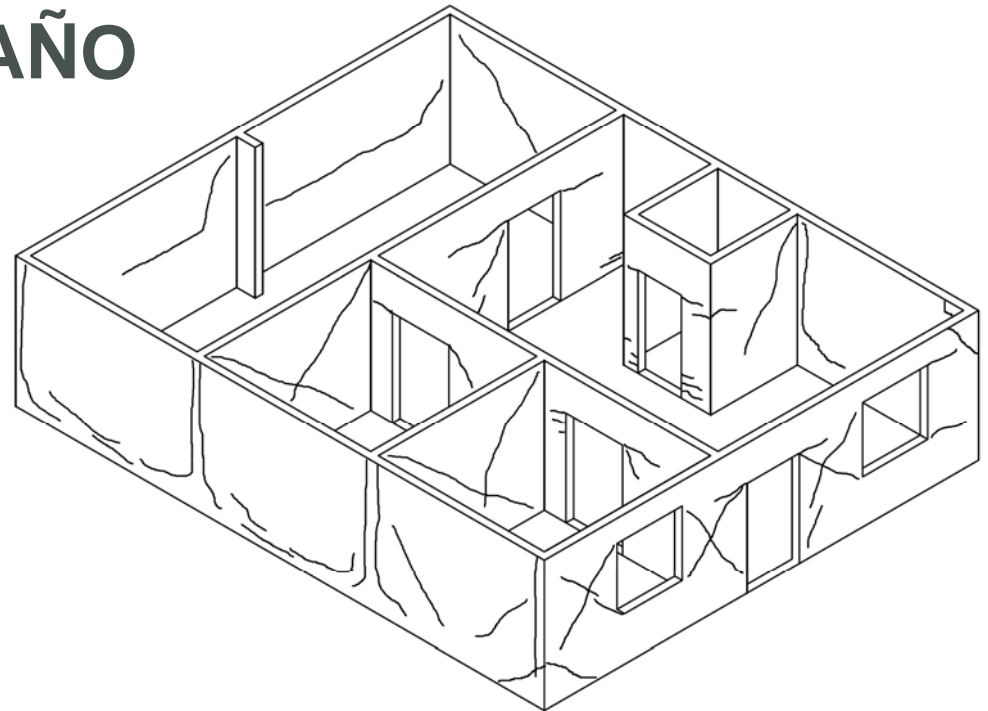


- Si bien es un sistema con una sismoresistencia aceptable para las condiciones sísmicas locales, **es propenso a dañarse ante intensidades moderadas.**

# Daños luego de un sismo

ALTAS  
INTENSIDADES +  
SÍSMICAS

ESTRUCTURAS  
VULNERABLES = **DAÑOS**  
A SUFRIR  
DAÑO



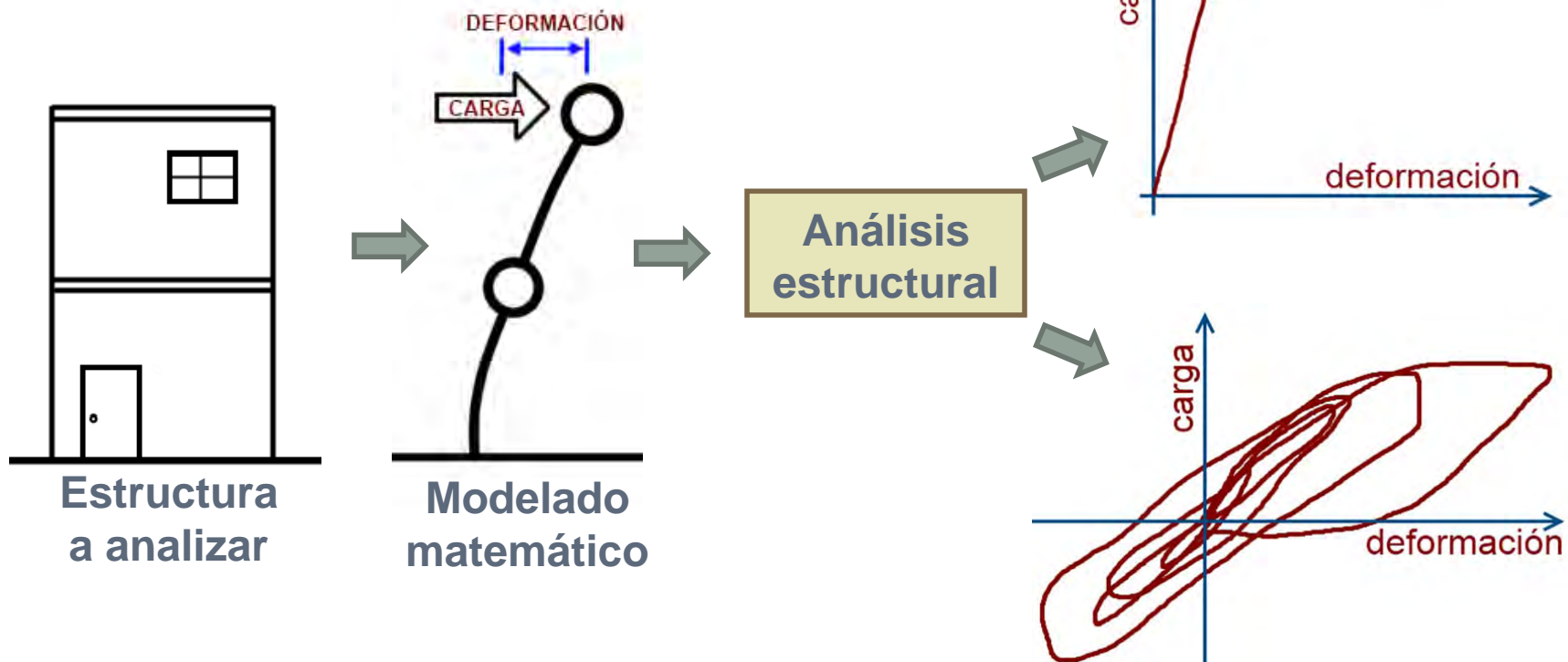
¿PARA QUE UN MODELO DE  
EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
ESTRUCTURAS DE BLOQUE  
DE CONCRETO?

---

# Proceso de análisis estructural

¿Cuánto costará la reparación?

¿Cuál es el estado de serviciabilidad?



# Justificación del estudio

**Aportar una metodología que ayude a estimar mediante métodos analíticos el posible nivel de daño de las estructuras de bloque de concreto dañadas por sismo.**

## **Posibles usos:**

- **Estimación de posibles daños debido a sismo.**
- **Predicción de costos de recuperación luego de un sismo.**
- **Verificación y estudio de límites de serviciabilidad.**
- **Calibración de metodologías de inspección post-sismo.**

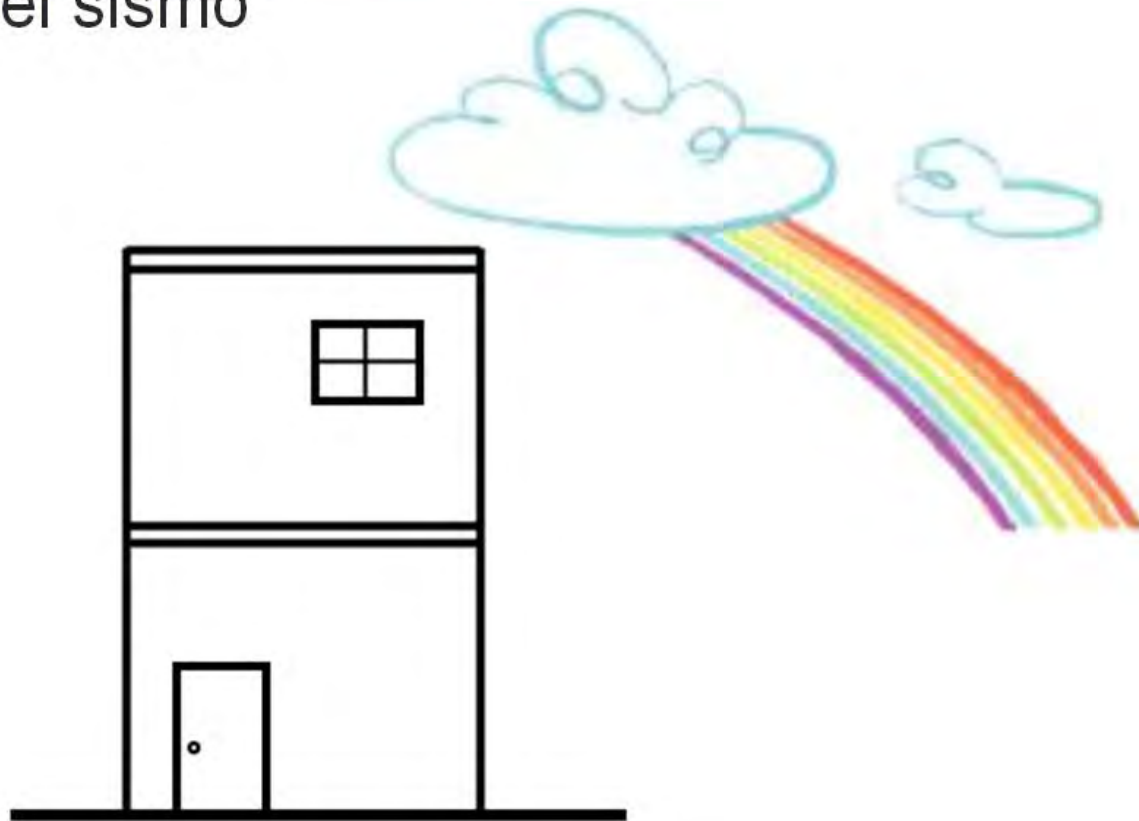


# CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

---

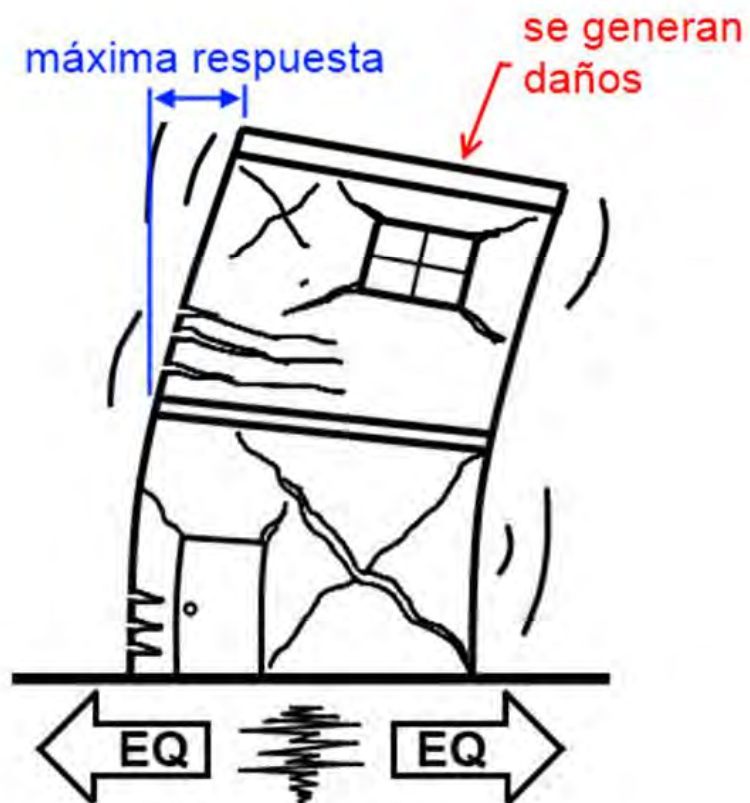
# Grieta residual

- Antes del sismo



# Grieta residual

- Durante el sismo



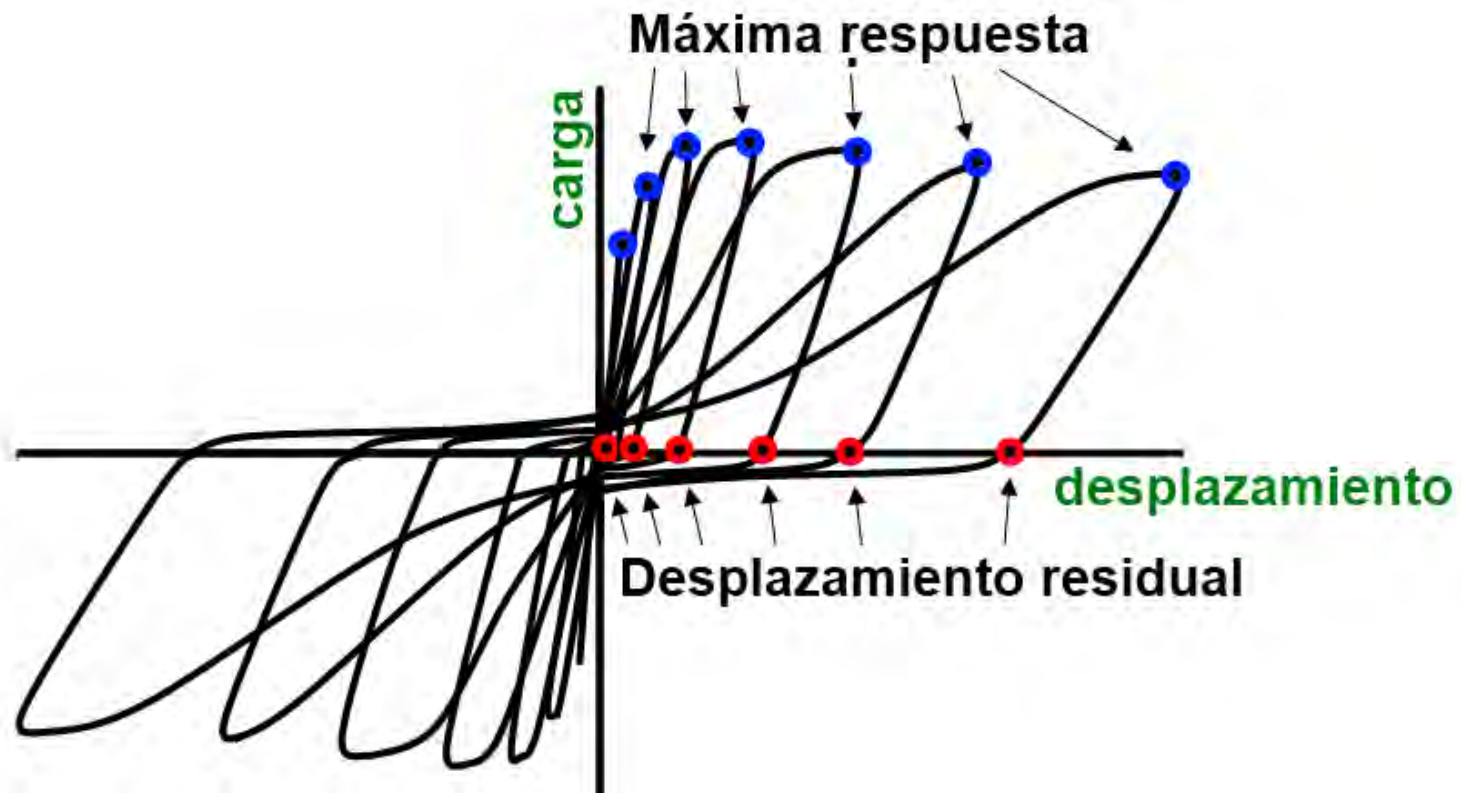
# Grieta residual

- Luego del sismo:



- Quedan grietas permanentes
- La estructura queda deformada

# Comportamiento ante acciones



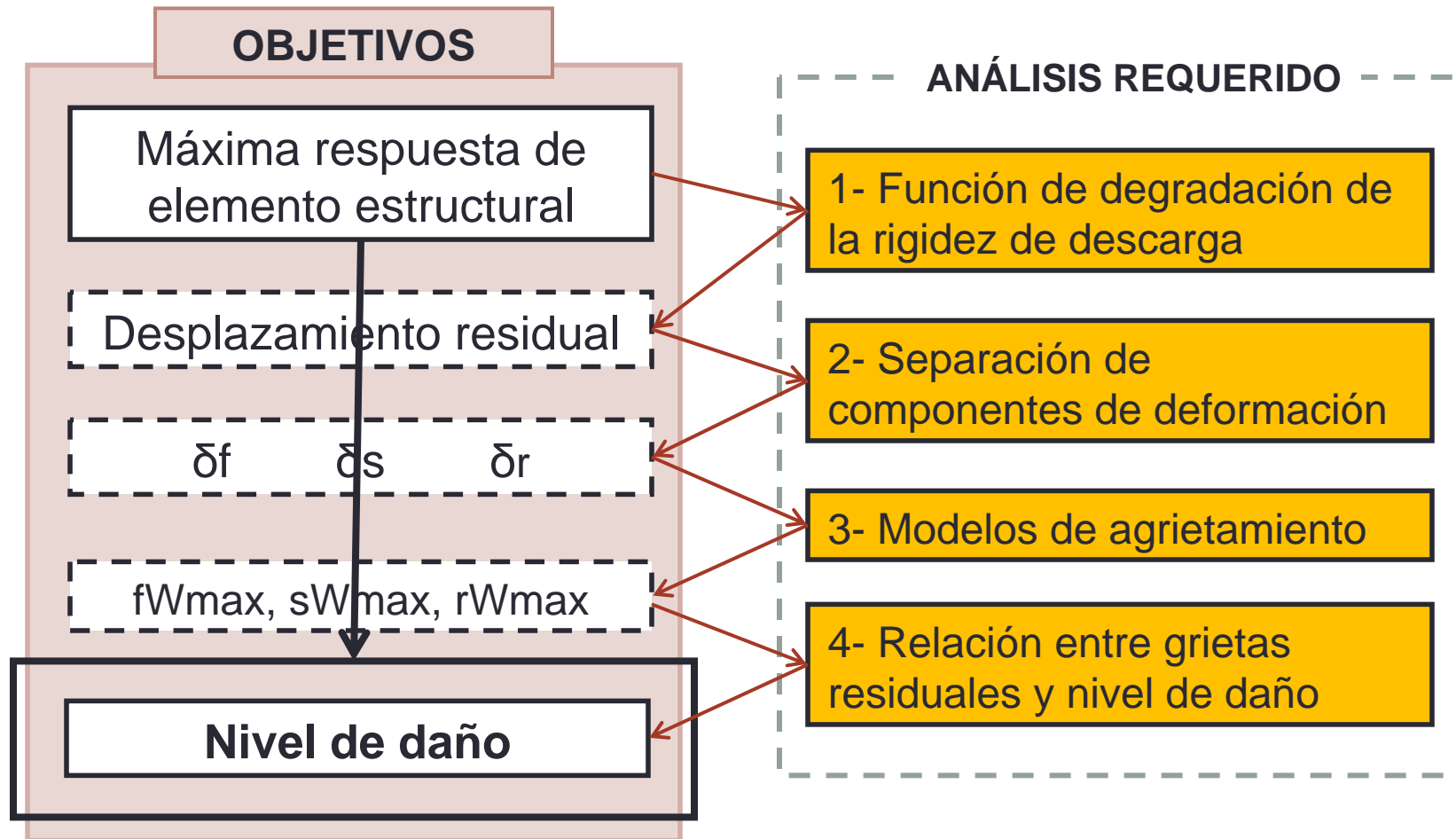
# METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO

---

## Objetivo de la metodología

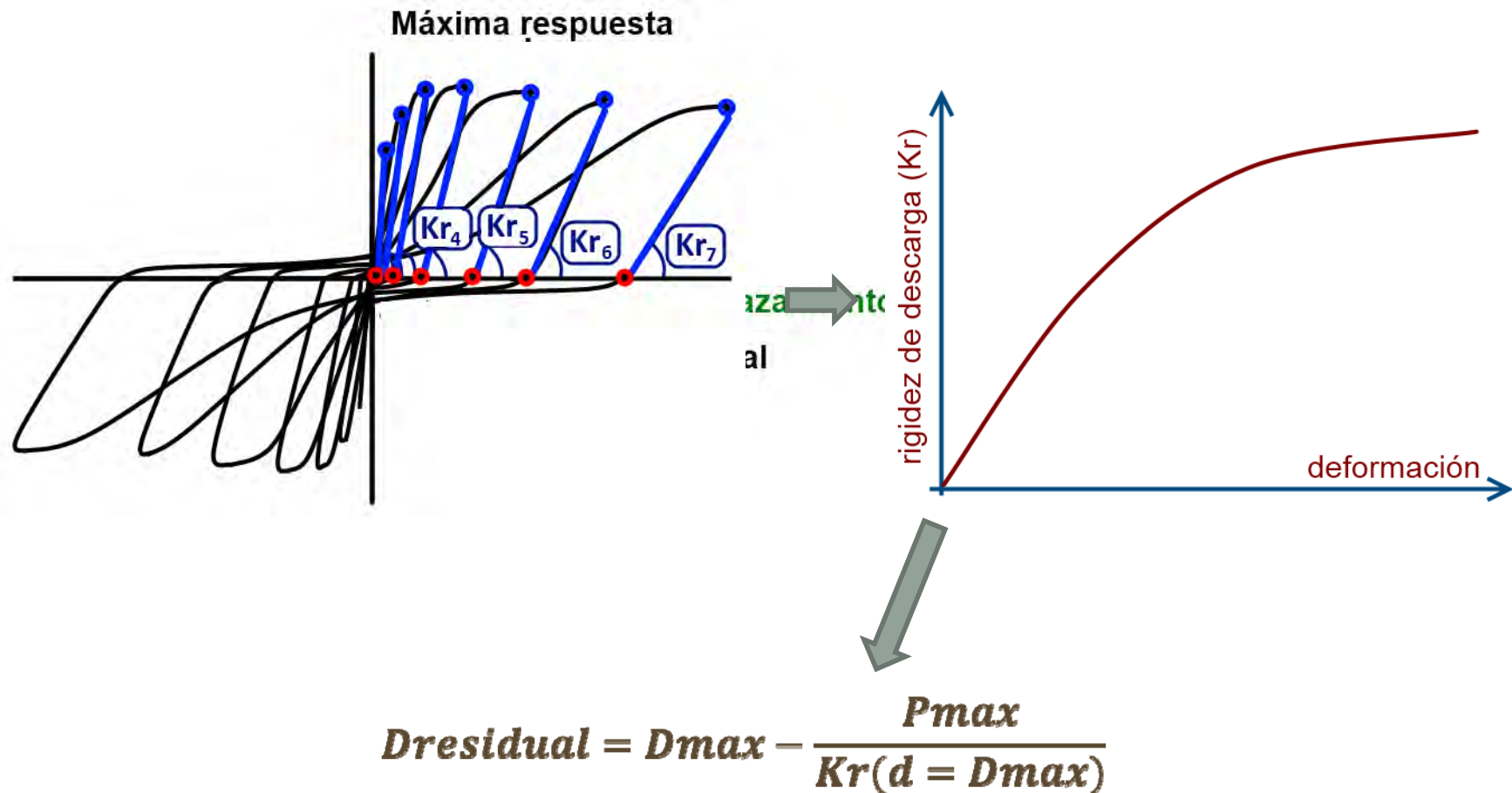
**Predecir la máxima grieta residual (la cual puede ser asociada a un nivel de daño) dada una máxima respuesta, calculada por métodos tales como análisis dinámicos no lineales o resultados experimentales.**

# Metodología

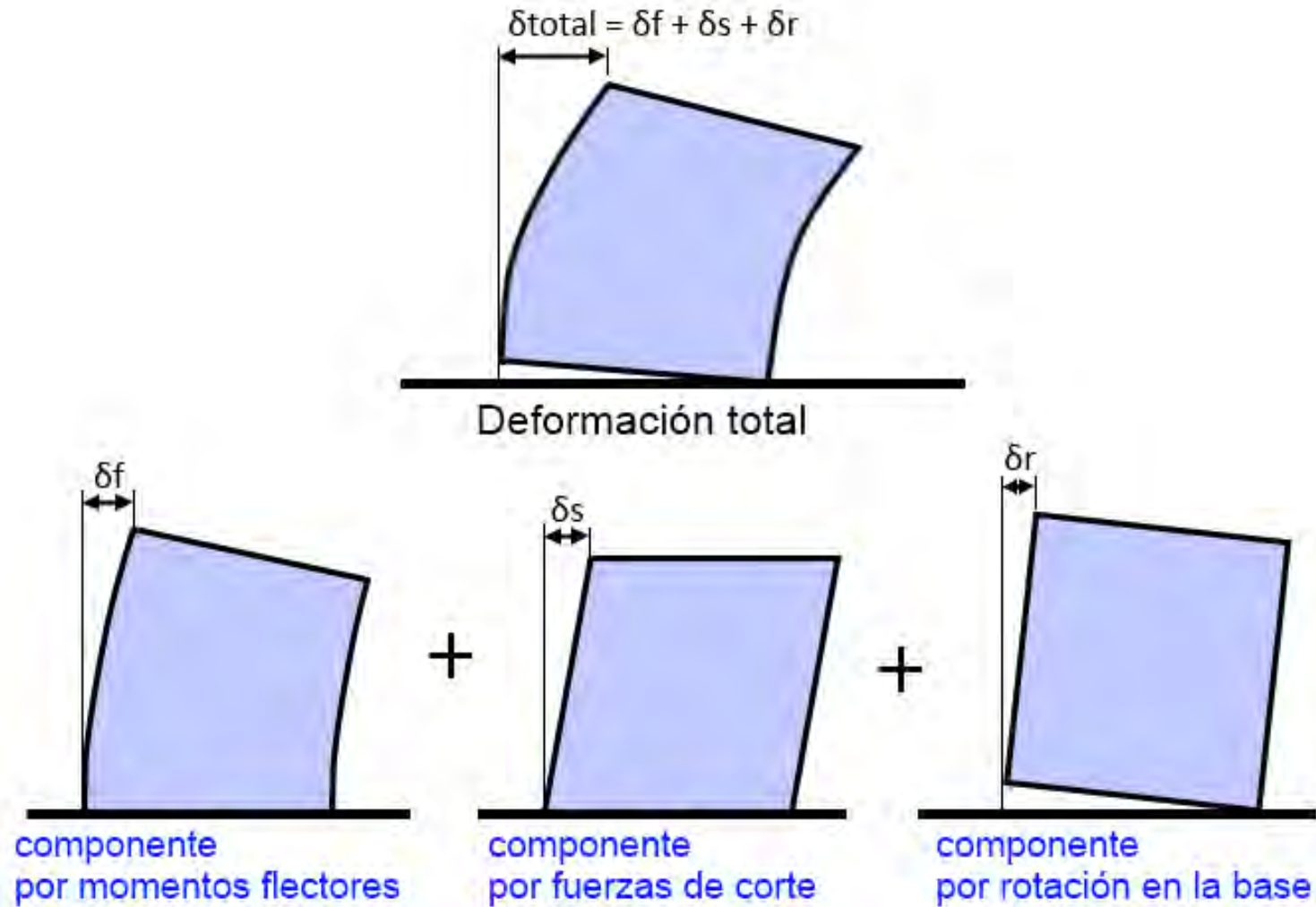




## Función de degradación de la rigidez de descarga

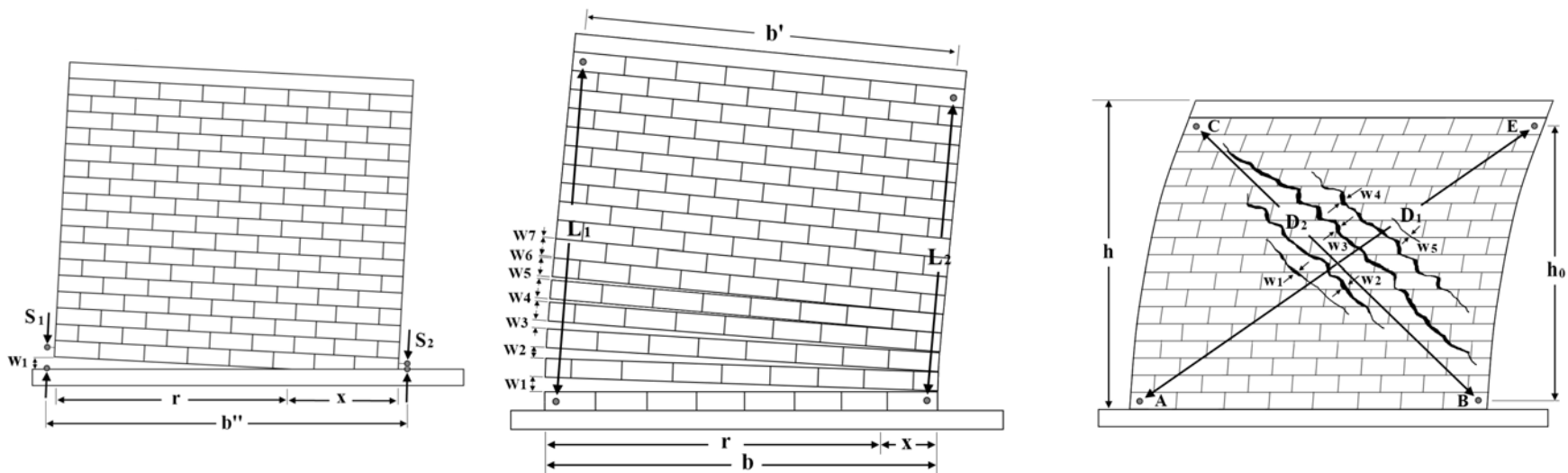


# Separación de componentes de deformación

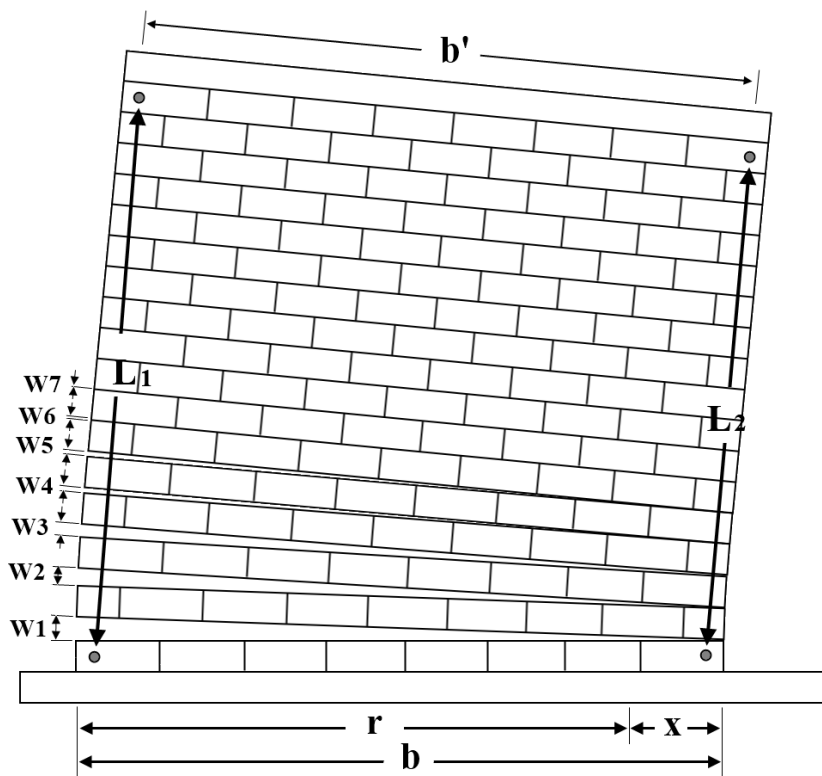


## Modelos de agrietamiento

Son modelos basados en la geometría de las fallas, los cuales nos permiten relacionar el desplazamiento residual con el agrietamiento consecuente.



## Modelos de agrietamiento (flexión)



$${}_f W_{max} = \frac{\delta_f \cdot (b - x)}{k_f \cdot h}$$

Donde:

$\delta_f$ : componente de flexión del desplazamiento residual.

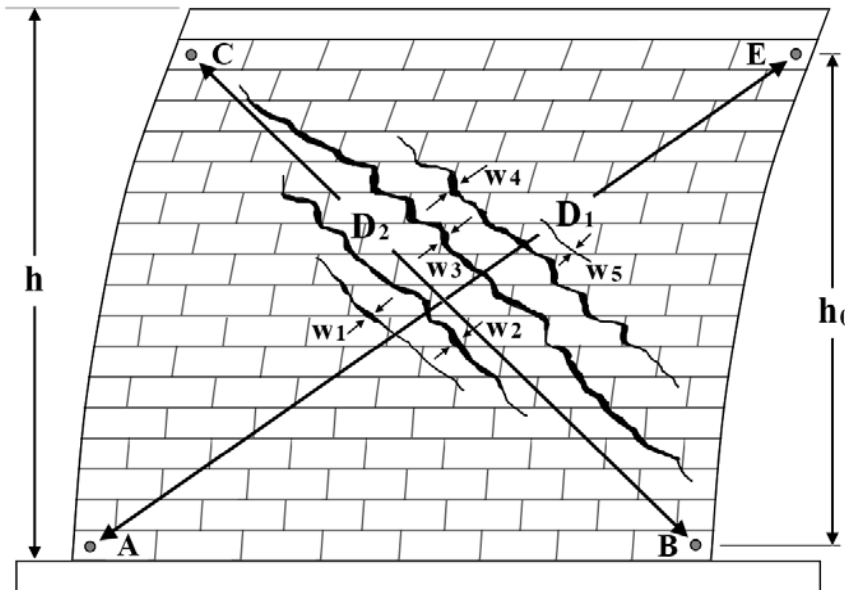
$b$ : ancho de pared

$h$ : alto de pared

$x$ : eje neutro

$$k_f = \frac{\sum {}_f W_i}{{}_f W_{max}}$$

## Modelos de agrietamiento (cortante)



$${}_s W_{max} = \frac{\delta_s}{k_s \cos(\theta_i)}$$

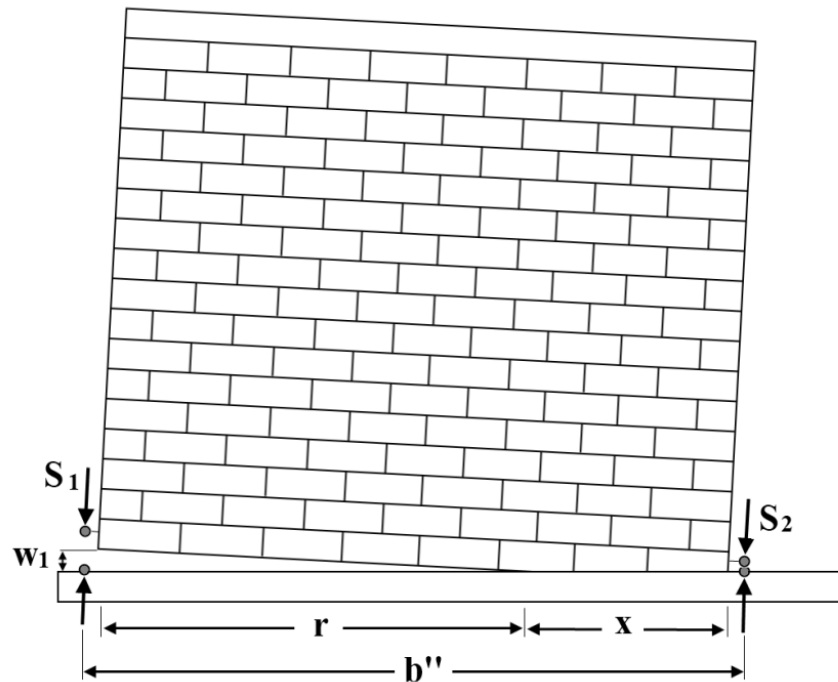
Donde:

$\delta_s$ : componente por cortante del desplazamiento residual.

$\theta_i$ : ángulo de orientación de grietas.

$$k_s = \frac{\sum({}_s w_i)}{W_s{}_{max}}$$

## Modelos de agrietamiento (rotación)



$$rW_{max} = \frac{\delta_r \cdot (b - x)}{h}$$

Donde:

$\delta_r$ : componente por rotación del desplazamiento residual.

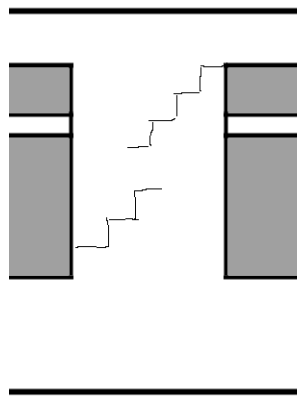
$b$ : ancho de pared

$h$ : alto de pared

$x$ : eje neutro

# Relación entre grietas residuales y nivel de daño

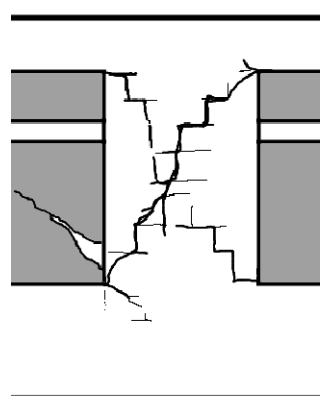
**Nivel de daño:** parámetro cualitativo que permite tener una idea de la magnitud del daño y de la reparabilidad de un elemento.



Daño leve  
(I)

$W_o < 0.4\text{mm}$

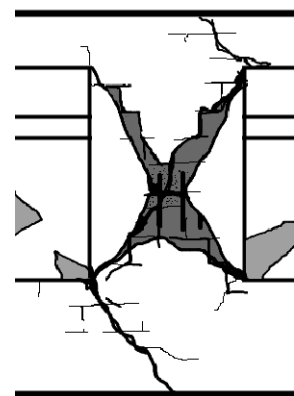
No es necesario  
reparar



Daño menor  
(II)

$W_o < 3.0\text{mm}$

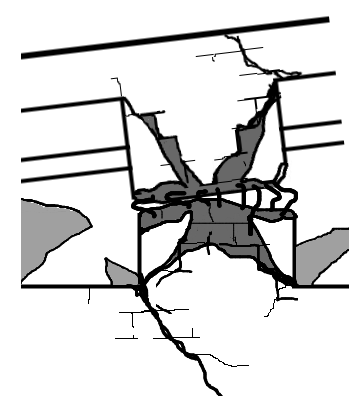
Es necesario  
pequeñas  
reparaciones



Daño moderado  
(III)

$W_o < 6.0\text{mm}$

Es necesario una  
reparación mayor



Daño grave  
(IV)

$W_o > 6.0\text{mm}$

La pared está  
colapsada. Reparación  
muy costosa

# RESULTADOS OBTENIDOS

---



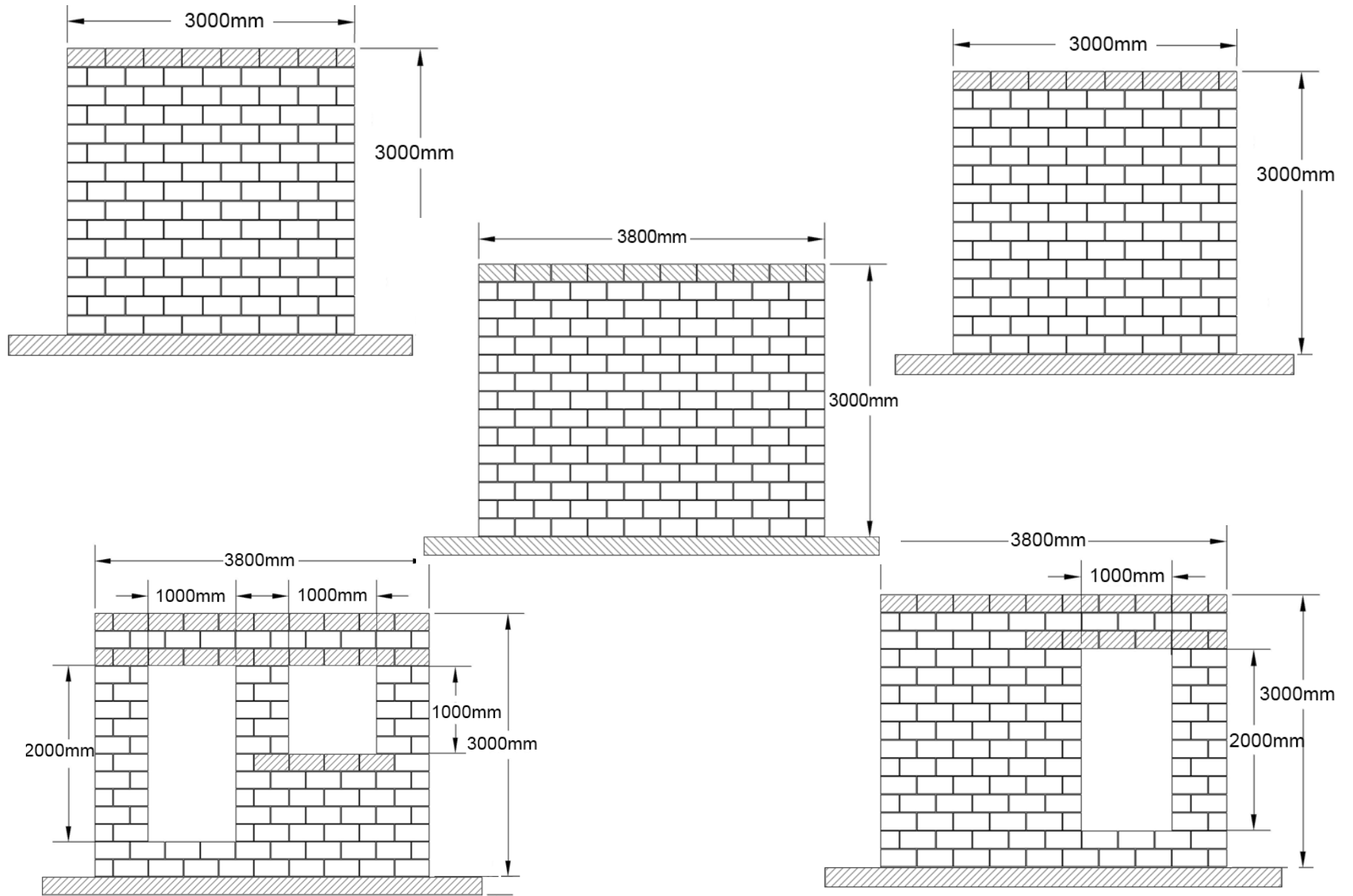
# Modelos utilizados



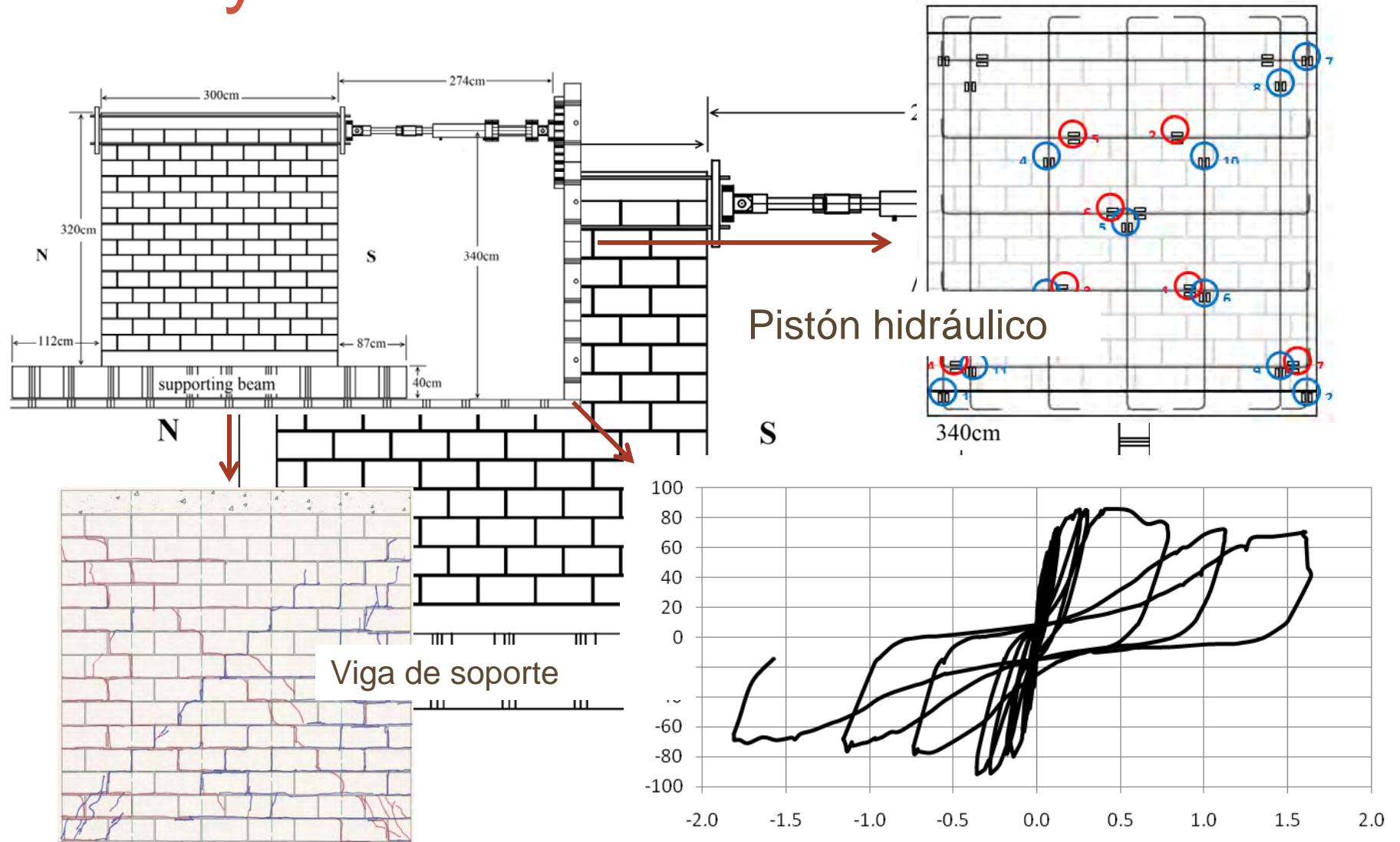
Los modelos utilizados son parte de una investigación enmarcada dentro del proyecto TAISHIN

Para más información sobre el proyecto visite:  
<http://taishin.wsiefusion.net/>

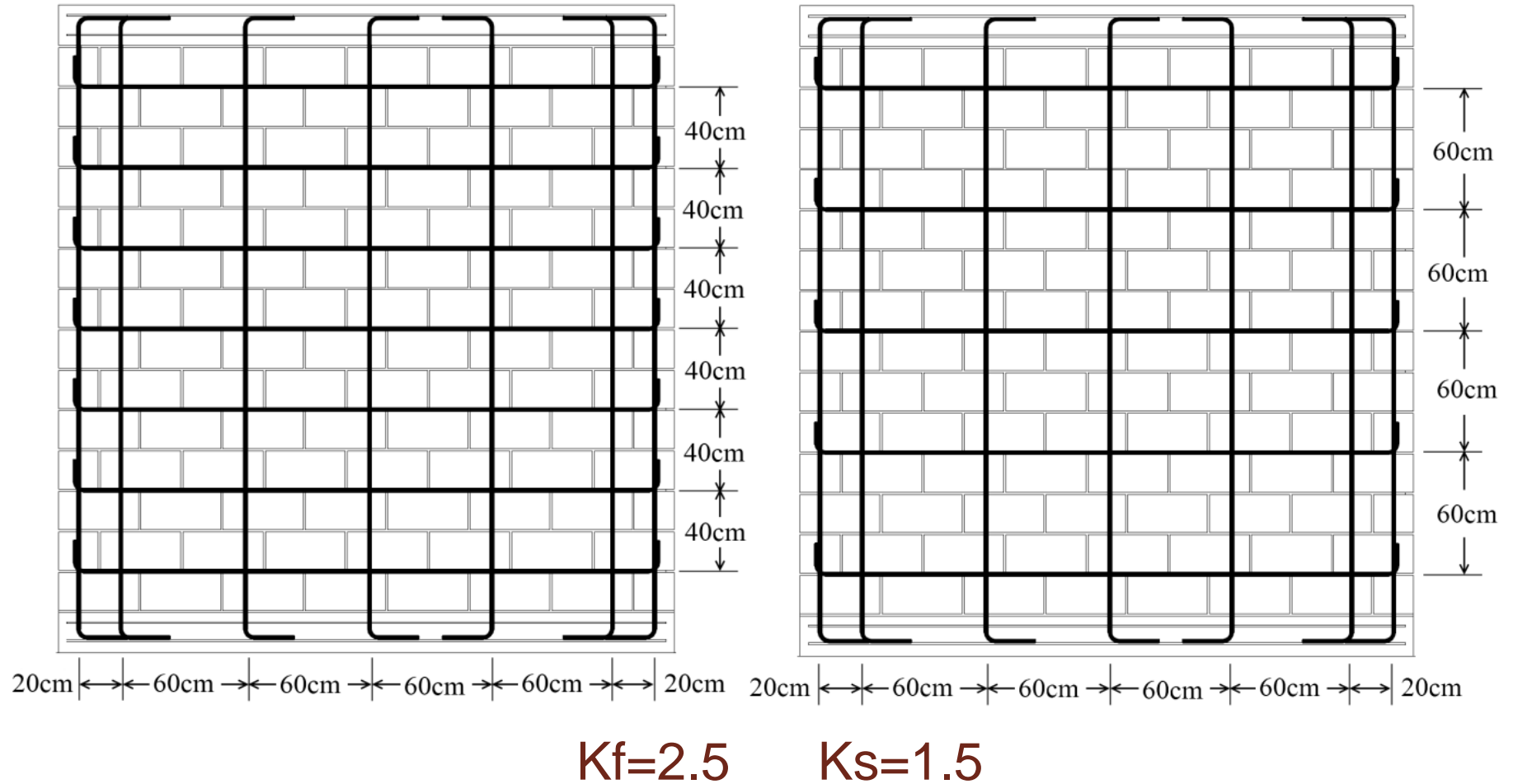




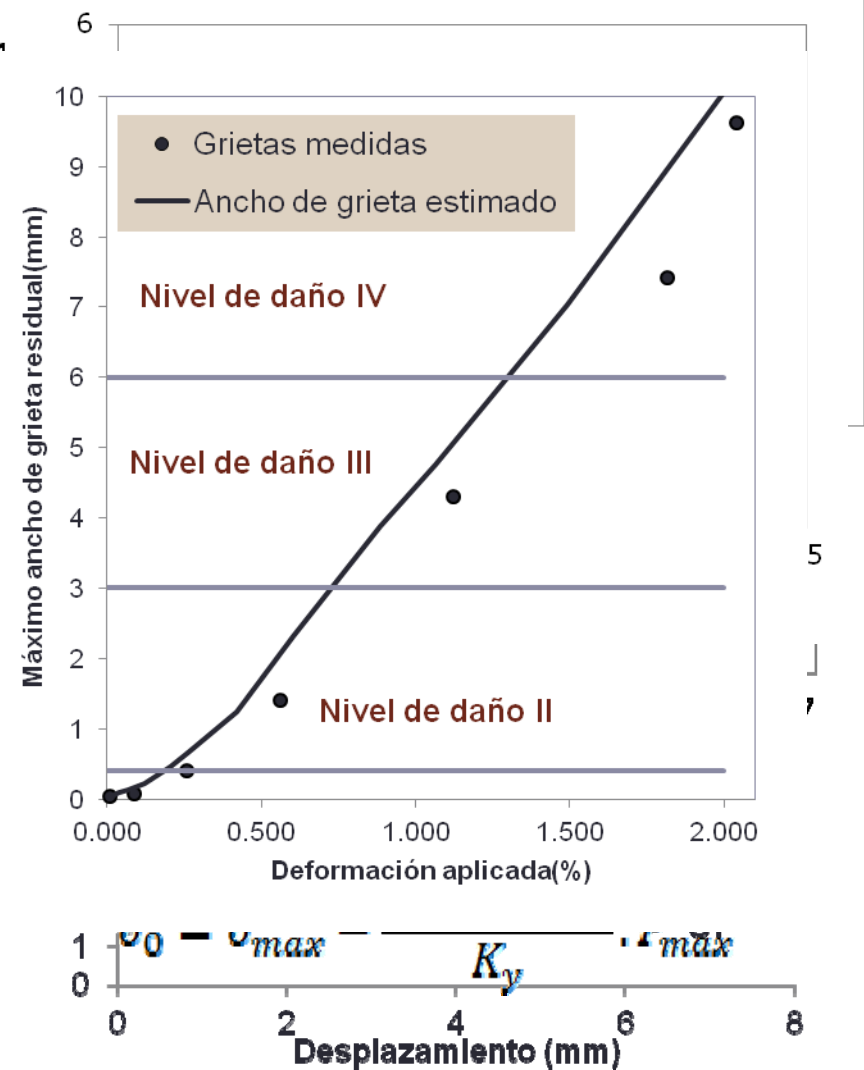
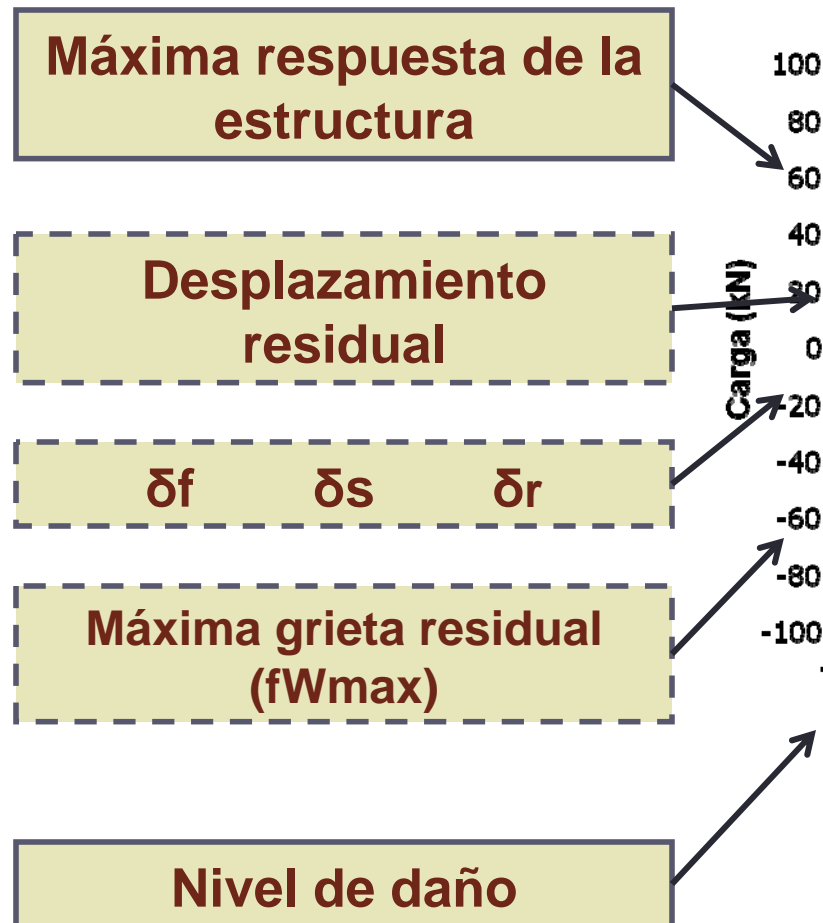
# Ensayo de modelos

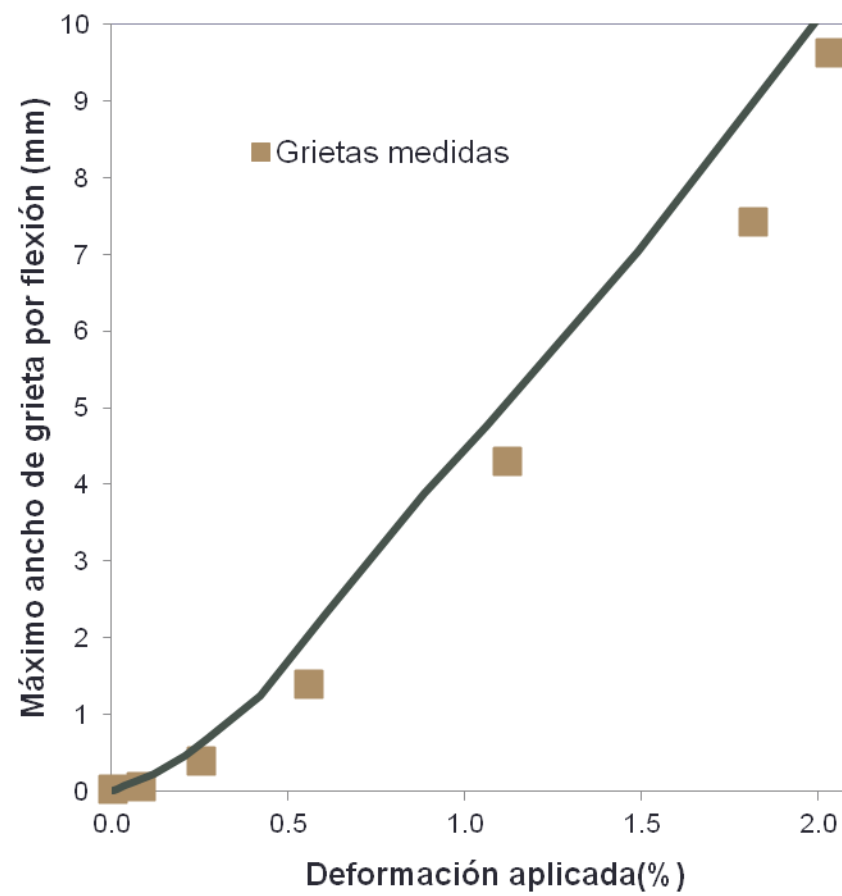
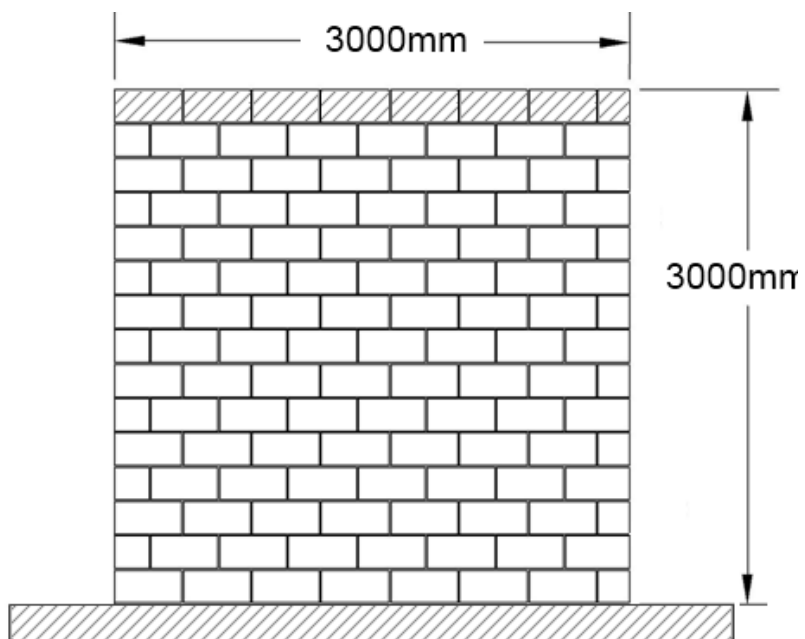


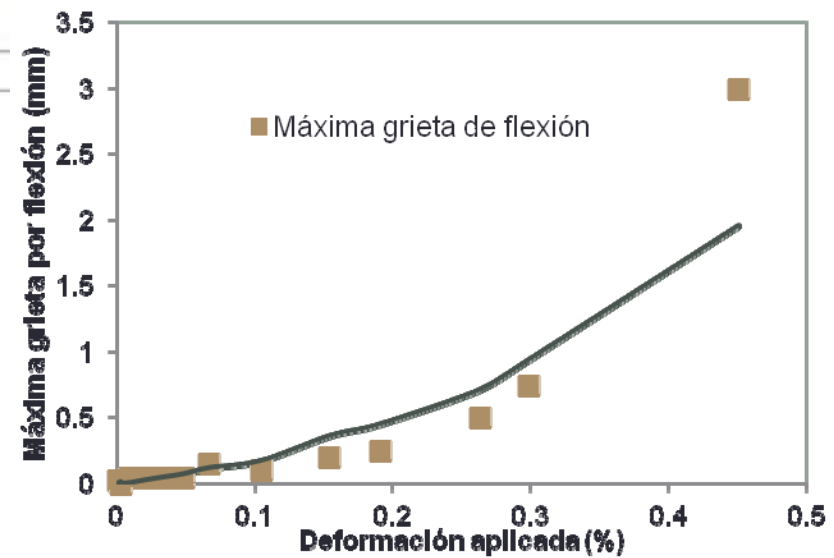
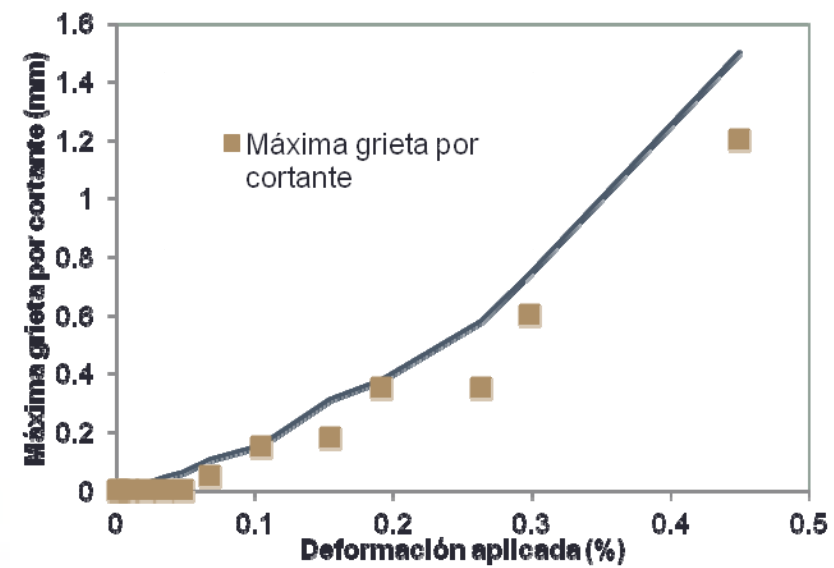
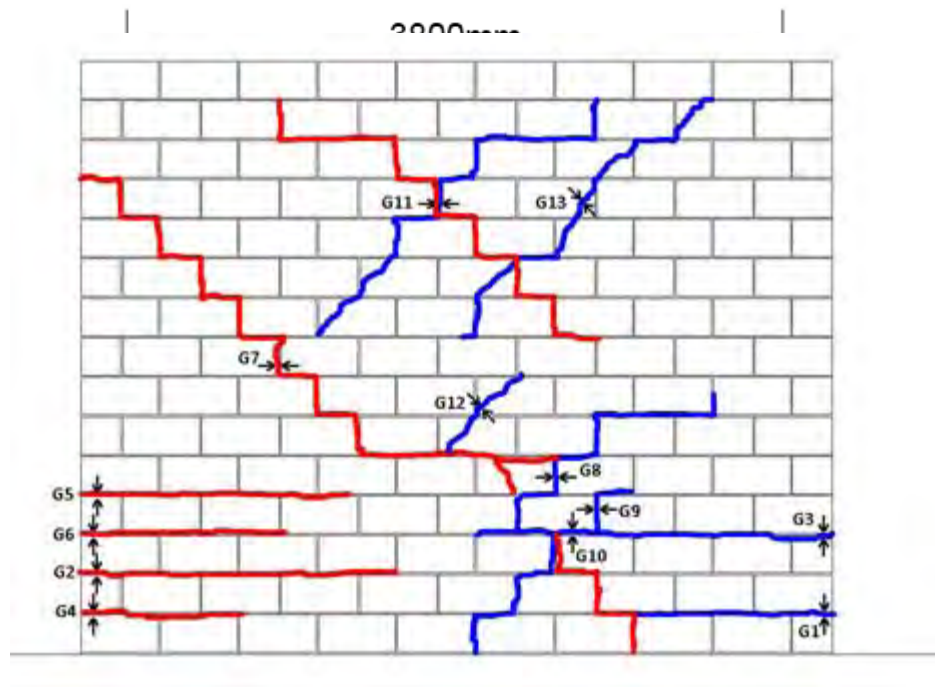
# Modelos utilizados para calibración

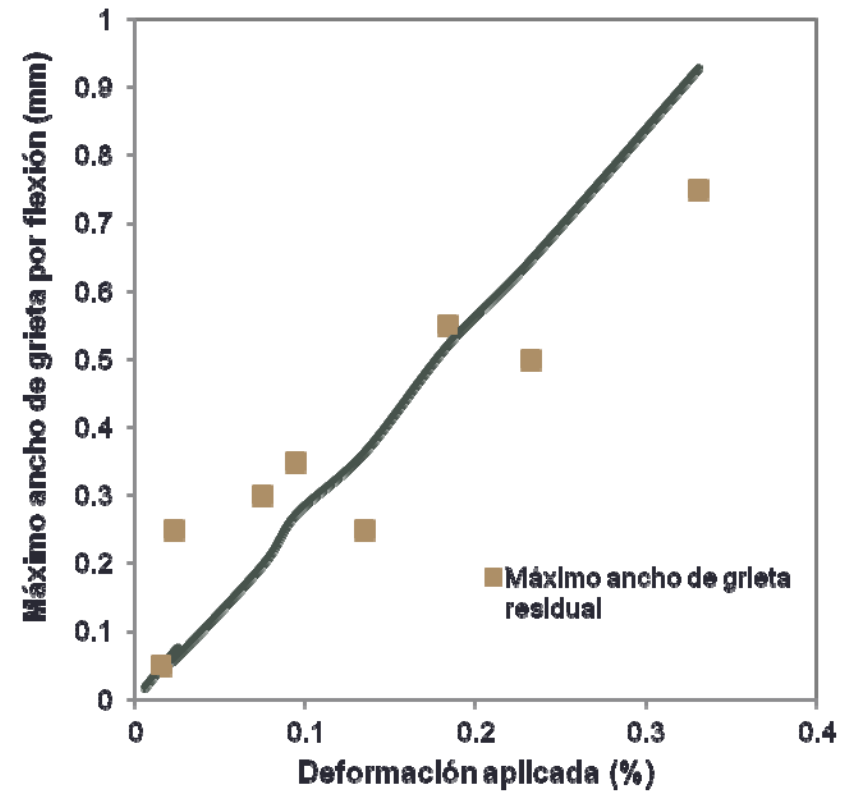
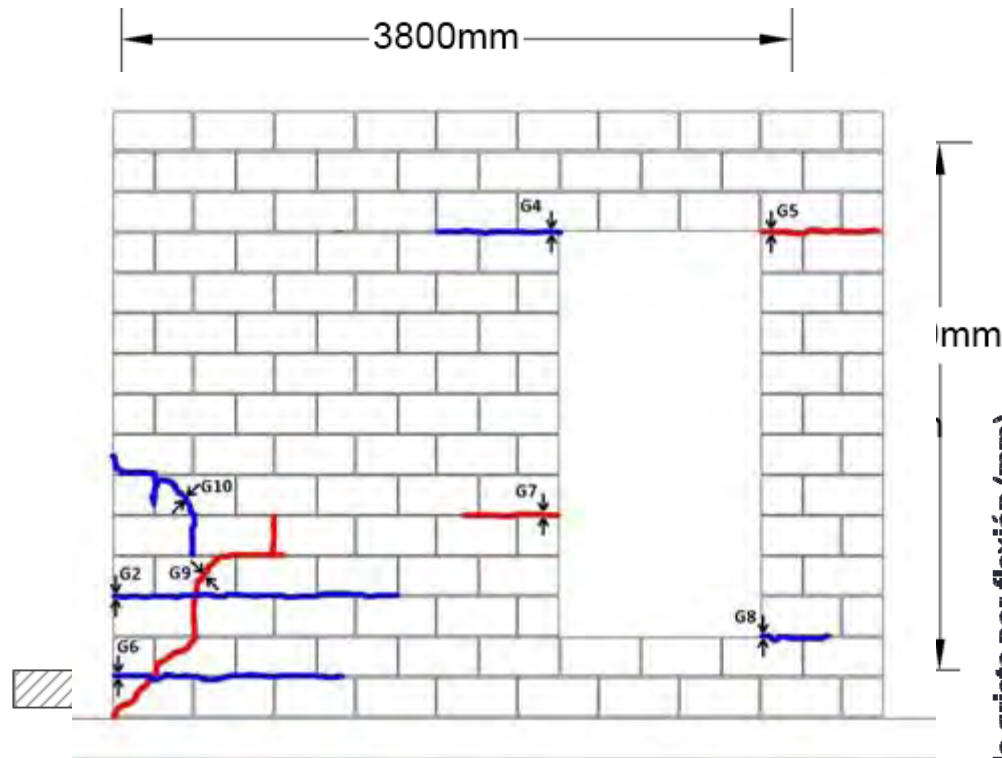


# Procedimiento de cálculo

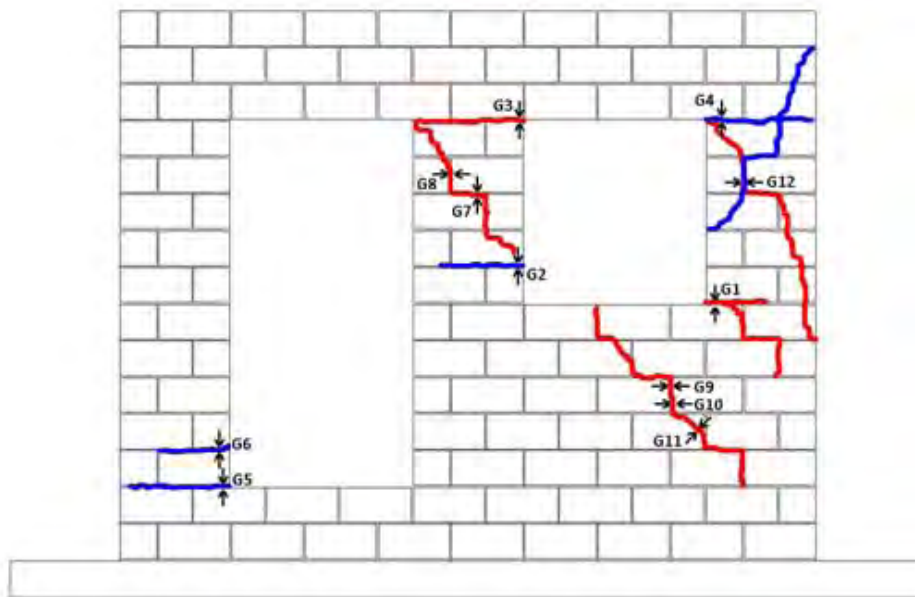




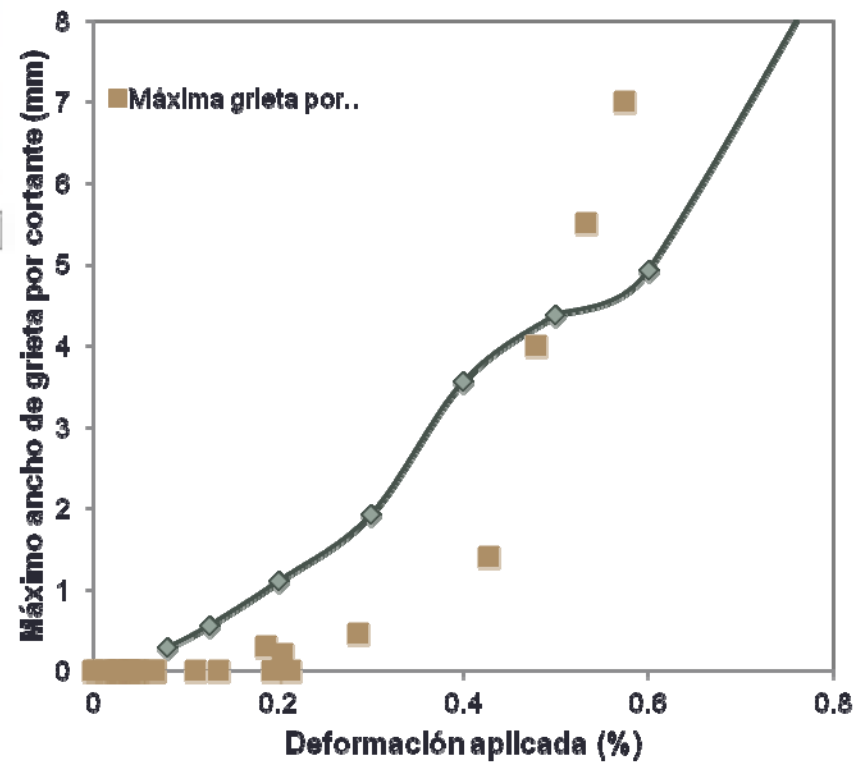








- La pared presenta un modo de falla diferente a la observada en los modelos anteriores.
- La diferencia en la tendencia refleja que el coeficiente  $K_s$  no es una constante.



# CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

---

- Para una pared con modo de falla similar a la utilizada para calibrar los modelos de agrietamiento, las predicciones son razonables.
- Debe adecuarse los modelos de agrietamiento a todos los posibles modos de falla que puedan tener los elementos estructurales cargados en el plano.

- Con el fin de aumentar el rango de aplicabilidad de la metodología mostrada, es necesario llevar a cabo más ensayos de modelos con variaciones en las restricciones de apoyo, geometría, de reforzamiento y características de materiales.
- Sin duda, es necesario el estudio de los daños debido a deformaciones perpendiculares al plano de la pared.

GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN

---

