



Los sistemas de refuerzo MAPEI para la mejora del comportamiento sísmico de las estructuras

Gabriel A. Ortín Rull – MAPEI SPAIN, S.A.

En todo el **mundo**, cada **día**, puede contar con **Mapei**

Ventajas de los sistemas de refuerzo MAPEI con materiales compuestos

- **Facilidad y rapidez de puesta en obra.**
- **Alta durabilidad.**
- **No incrementan pesos propios: no modifican las rigideces de la estructura.**
- **Refrendados por ensayos experimentales realizados en el DIST.**

S1 Refuerzo de pilares, vigas y nudos
con TEJIDOS

S2 Refuerzo de muros de carga
con TEJIDOS

S3 Refuerzo de forjados
con recrecidos de MICROHORMIGÓN

S4 Estabilización de tabiques, falsos techos y otros elementos secundarios
con MALLAS

Función de los sistemas de intervención

FUNCIÓN	ELEMENTOS ESTRUCTURALES				ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
	Pilares y vigas	Nudos	Forjados	Muros	Tabiques	Bovedillas	Falsos techos
Refuerzo a Flexión	S1		S1 / S3	S1 / S2			
Refuerzo a Cortante	S1	S1	S1 / S3	S1 / S2	S2		
Estabilidad, antivuelco				S2 / S4-1 / S4-2	S2 / S4-1 / S4-2		
Antidesprendimiento				S2 / S4-2	S2 / S4-2	S4-2	S4-2
Rigidización	S1	S1	S3				

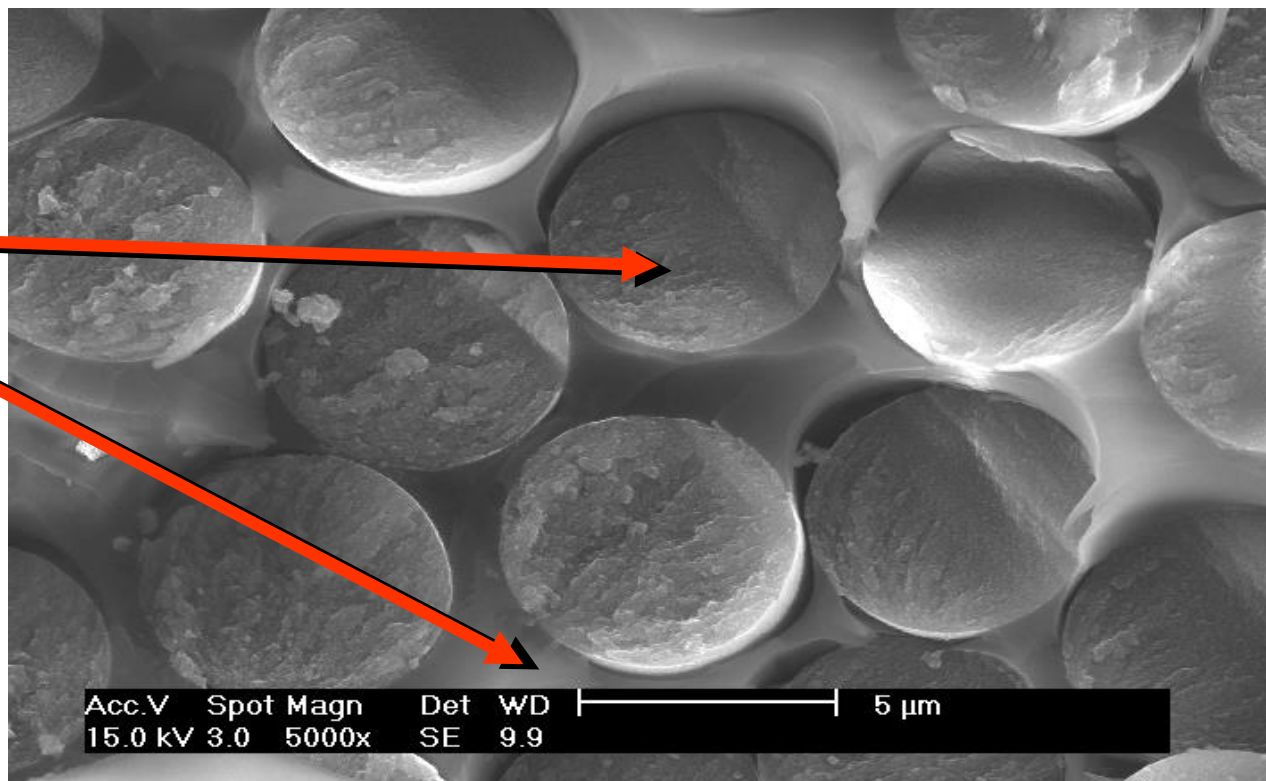
Sistemas de refuerzo MAPEI con materiales compuestos

- **FRP System: matriz polimérica y fibras**
- **FRG System: matriz inorgánica y fibras**
- **MapeWrap EQ System: para albañilería no estructural**
- **Planitop HPC: micro-hormigones fibrorreforzados de altísimas prestaciones**

¿Qué son los materiales FRP?

- **Fibra**

- **Matriz**



Sistemas de refuerzo MAPEI con materiales compuestos

Mapei FRP System

Tejido de fibras de vidrio, carbono, basalto y metálicas

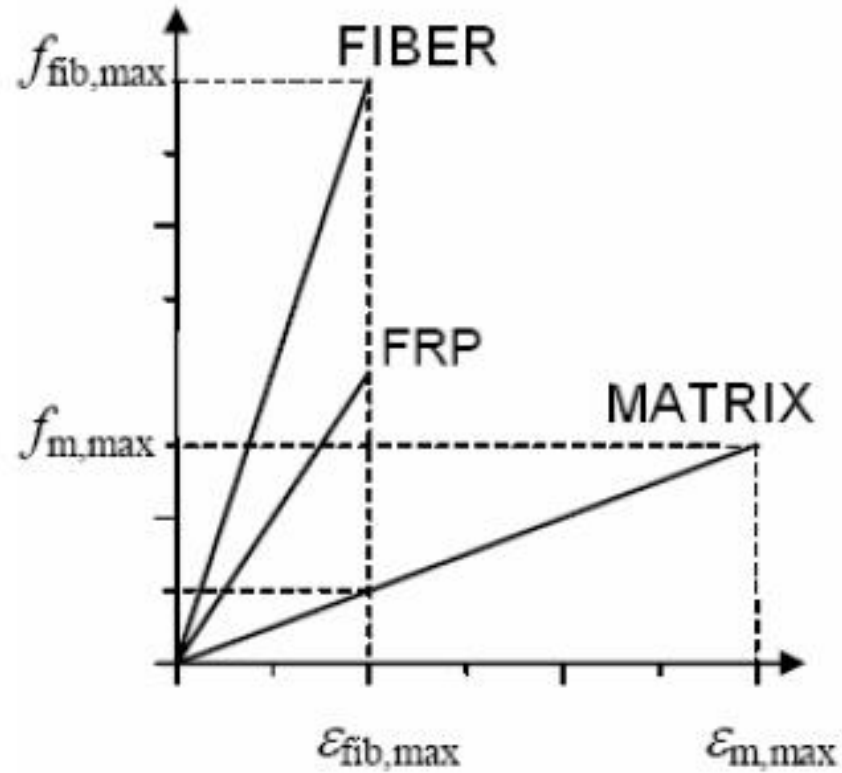
S1

Elemento	Función
Pilares y vigas	Refuerzo a flexión y cortante
Nudos pilar-viga	Rigidización
Muros	Refuerzo a flexión y cortante

MAPEI FRP SYSTEM



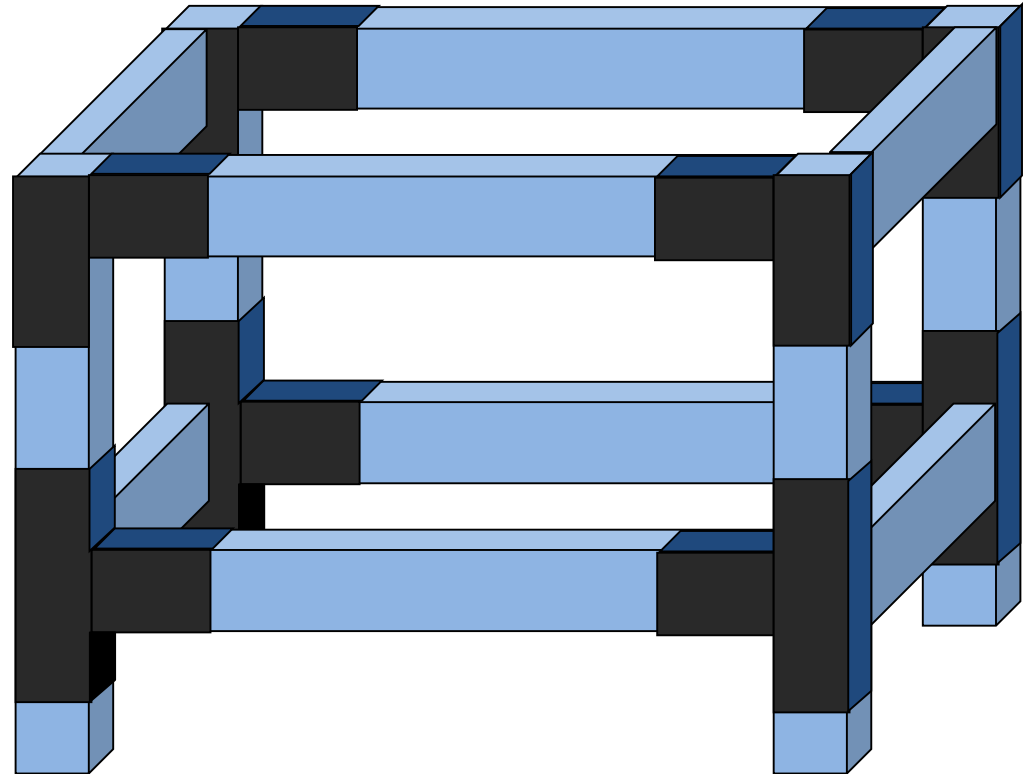
Diagramas tensión-deformación



Fibras de Carbono vs Acero

		Módulo medio-alto	Módulo alto	Módulo muy alto	Acero
Densidad	Kg/m ³	1800	1820	2100	7850
Módulo elástico	GPa	230	390	700	210
Resistencia tracción	MPa	4830	4410	1500	540
Deformación última	%	2.0	1,1	0.3	20
Resistencia específica	$\frac{\text{MPa} \times \text{m}^3}{\text{kg}}$	2.78	2.42	0.71	0.07

Refuerzo antisísmico de pórticos mediante el incremento de la ductilidad en los nudos



MAPEI FRP SYSTEM



1 | Refuerzo de nudo viga-pilar con tejidos **MapeWrap C**

"Proyecto Escuelas" - L'Aquila

MAPEI FRP SYSTEM

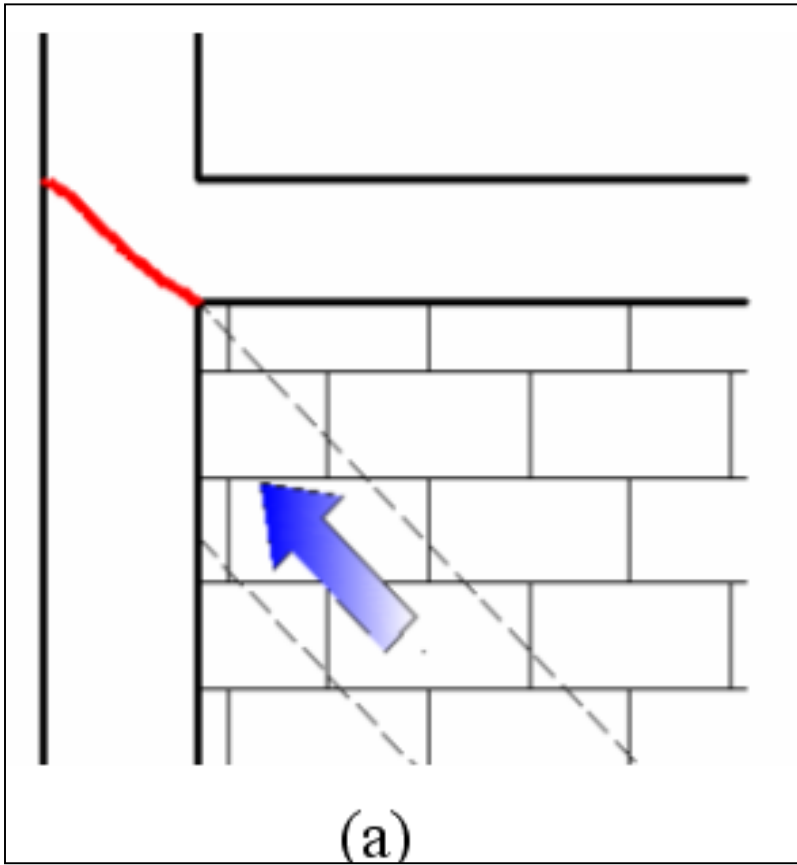


MAPEI FRP SYSTEM

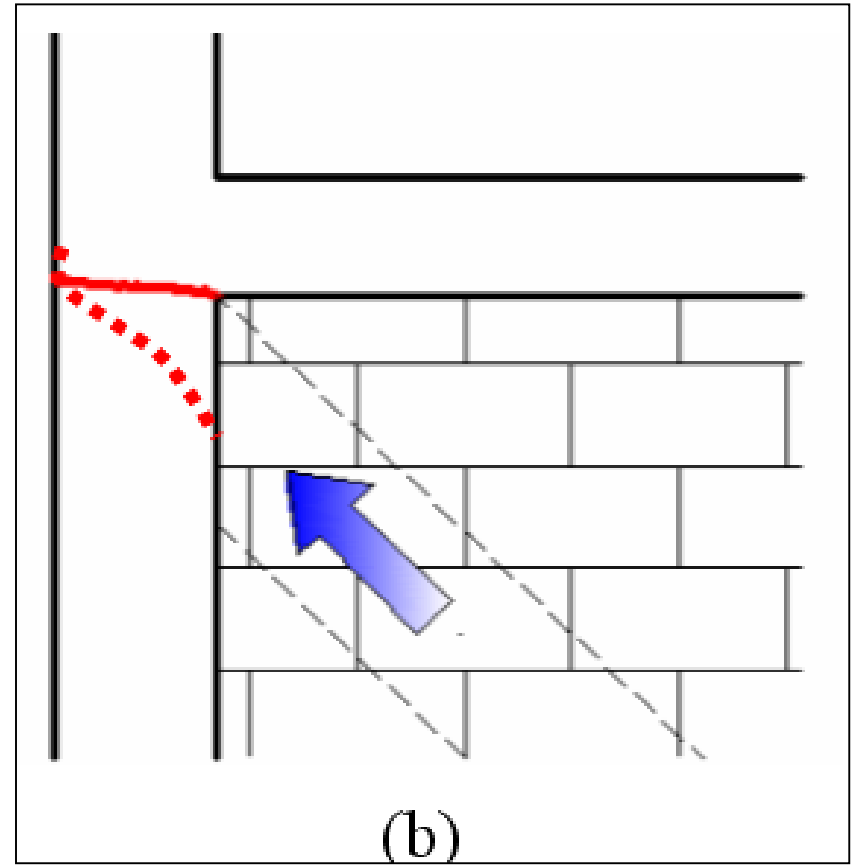


2 | Refuerzo a cortante de pilares con tejidos **MapeWrap C**
Escuela primaria, Frazione Mirto - Crosia (CS)

Mecanismo de crisis del nudo viga-pilar debido a la acción de corte del cerramiento



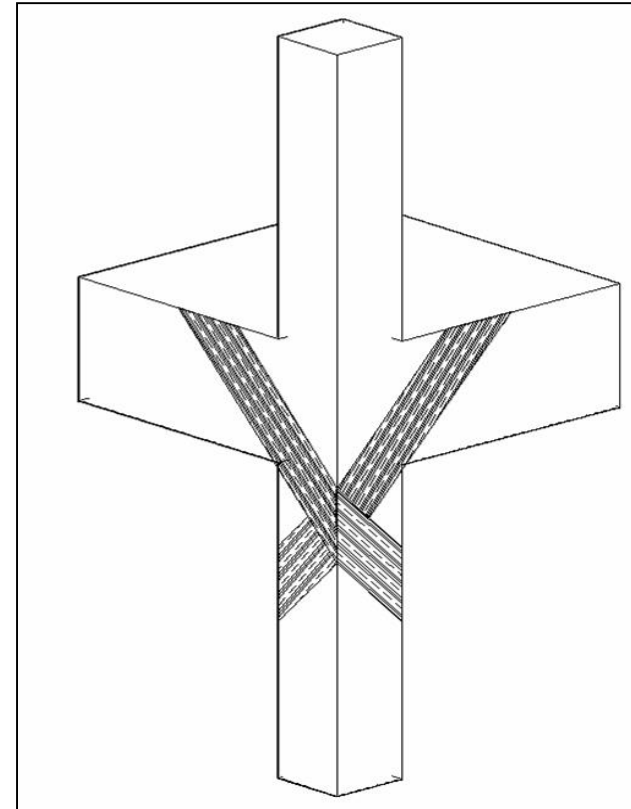
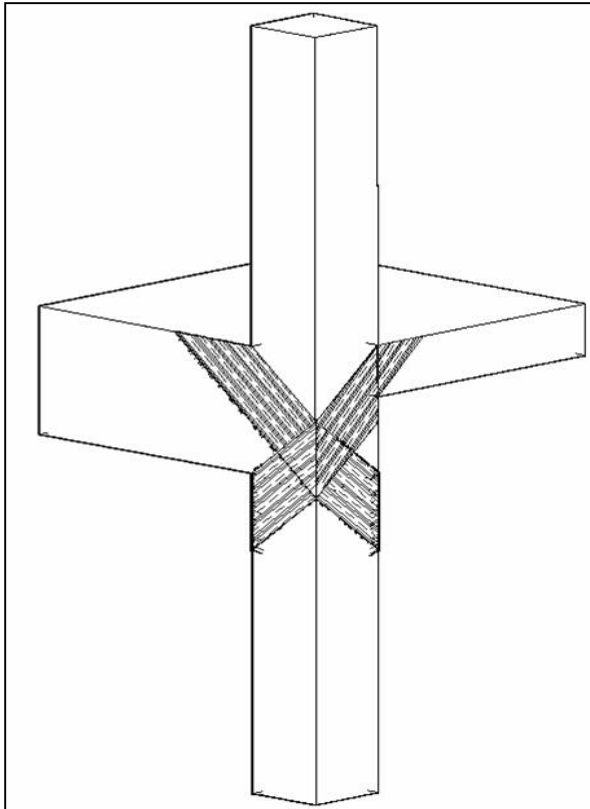
Lesión diagonal del panel



Lesión pseudo-horizontal



Fajas diagonales de tejido metálico uni-axial sobre nudos perimetrales







Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

- FRP System: matriz polimérica y fibras
- FRG System: matriz inorgánica y fibras
- MapeWrap EQ System: para albañilería no estructural
- Planitop HPC: micro-hormigones fibrorreforzados de altísimas prestaciones

Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

Mapei FRG System

Mallas de fibra de vidrio y de basalto

S2

Elemento	Función
Muros de carga	Refuerzo a cortante

MAPEI FRG SYSTEM

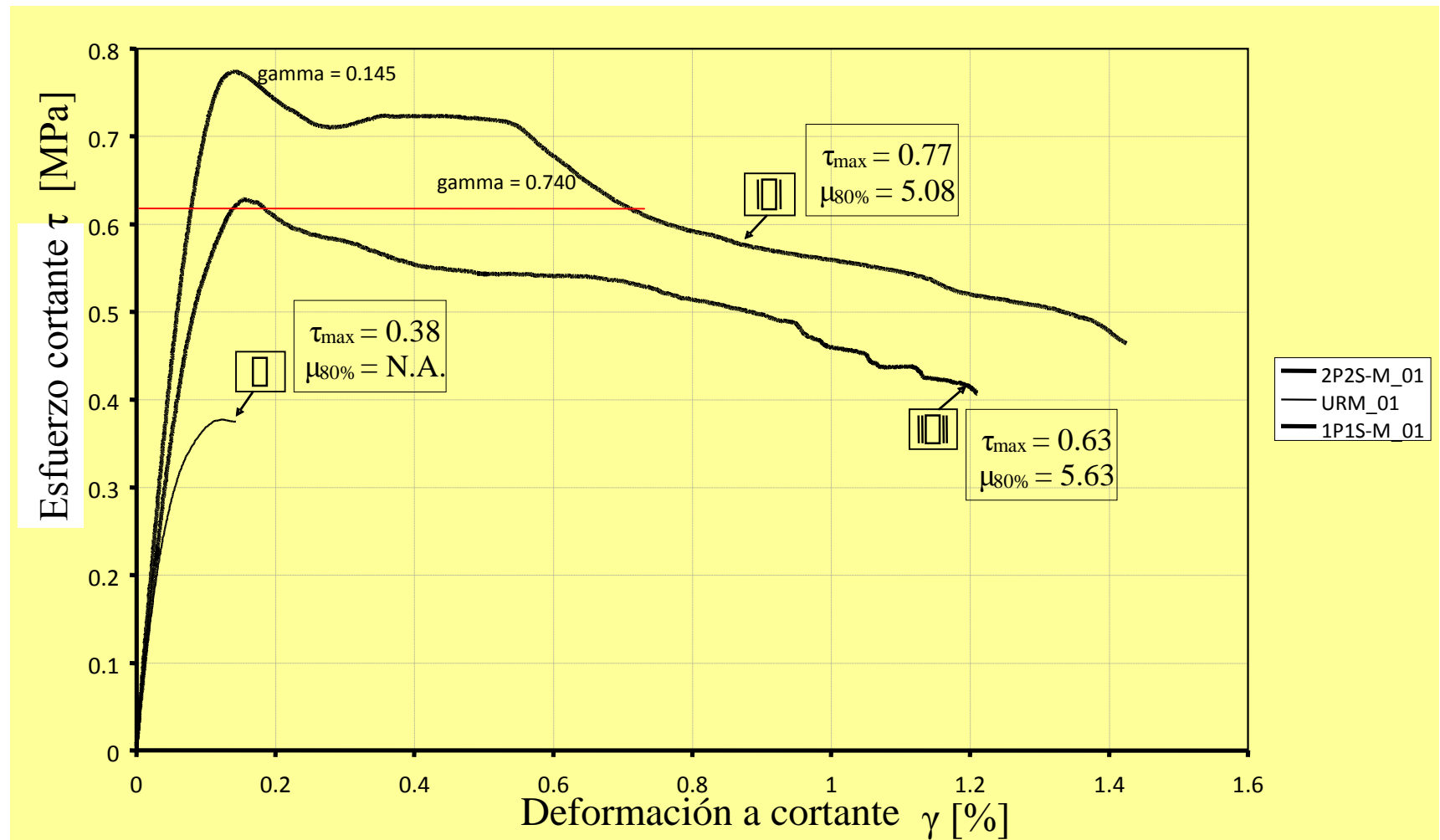
- Sistema de refuerzo para estructuras de albañilería de piedra, ladrillo, tufo y mixtas
- Compuesto por mallas de vidrio o basalto, con matrices inorgánicas de cemento o cal
- Compatibilidad físico-química y elastomecánica

MAPEI FRG SYSTEM



MAPEI FRG SYSTEM

- **Incrementa las prestaciones estructurales**
 - resistencia a tracción
 - ductilidad
- **Colabora con las estructuras existentes sin modificar la distribución de las masas ni las rigideces**
- **Es reversible**



Programa experimental

Prueba casi-estática consistente en dos pasos: 1) fase de carga vertical

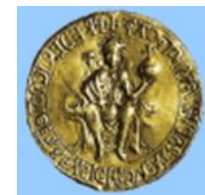
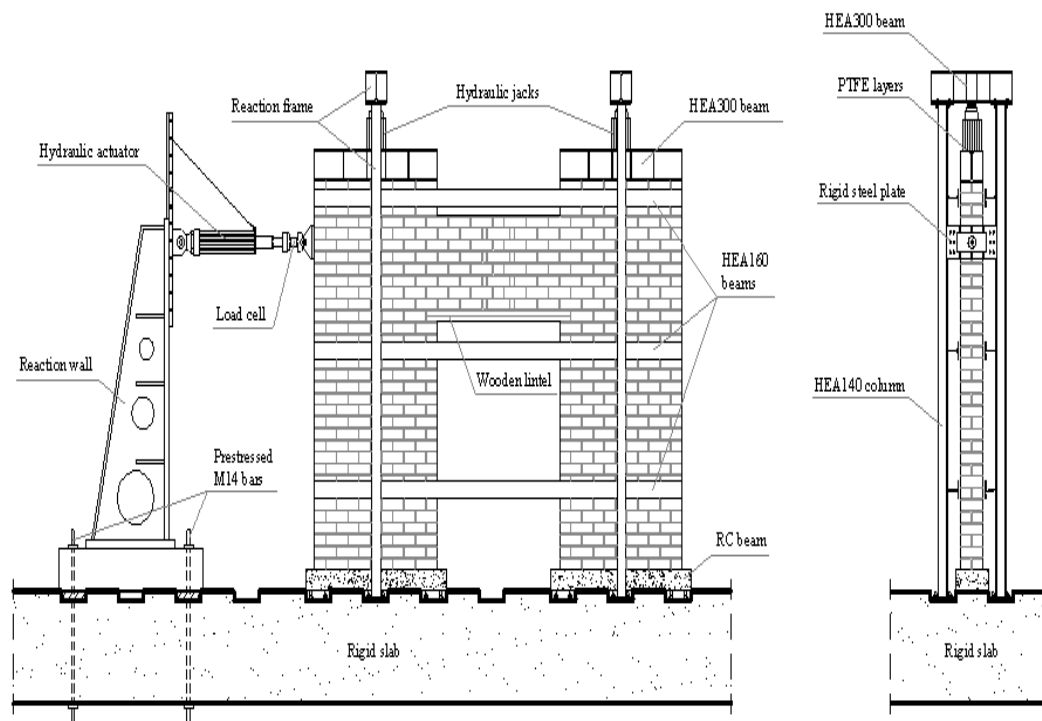
2) fase de carga horizontal (en el plano de la pared)

Prueba monótona: $d_{max} = 28 \text{ mm} \rightarrow \text{movimiento} = 0.9\%$

Prueba cíclica sobre un modelo ligeramente fisurado: 7 ternas de ciclos: $d_{max} = 39.2 \text{ mm} \rightarrow \text{mov.} = 1.2\%$

Prueba cíclica sobre el modelo reforzado: 15 ternas de ciclos: $d_{max} = 84 \text{ mm} \rightarrow \text{movimiento} = 2.8\%$

Nota: todas las pruebas se han efectuado con control de desplazamiento hasta alcanzar un movimiento correspondiente a un nivel específico desplazamiento lateral.





MAPEI FRG SYSTEM



3 | Refuerzo a cortante de muros con **Mapegrid G 220** y **Planitop HDM Maxi**
Escuela primaria Sant'Agostino - Ascoli Piceno

MAPEI FRG SYSTEM



3 | Refuerzo a cortante de muros con **Mapegrid G 220** y **Planitop HDM Maxi**
Escuela primaria Sant'Agostino - Ascoli Piceno

Chiesa di “San Felice Martire” Poggio Picenze – L’Aquila



























Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

Mapei FRG System + MapeWrap S Fiocco

Mallas de fibra de vidrio y cuerda de fibra metálica

S4-1

Elemento	Función
Fachadas, cerramientos	Estabilidad, antivuelco
Tabiquerías y particiones	

































Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

- **FRP System: matriz polimérica y fibras**
- **FRG System: matriz inorgánica y fibras**
- **MapeWrap EQ System: para albañilería no estructural**
- **Planitop HPC: micro-hormigones fibrorreforzados de altísimas prestaciones**

Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

Mapewrap EQ System

Mallas de fibra de vidrio

S4-2

Elemento	Función
Fachadas, antepechos	Estabilidad, antivuelco y antidesprendimiento
Tabiquerías	
Techos, bovedillas,...	

MAPEWRAP EQ SYSTEM



MAPEWRAP EQ SYSTEM

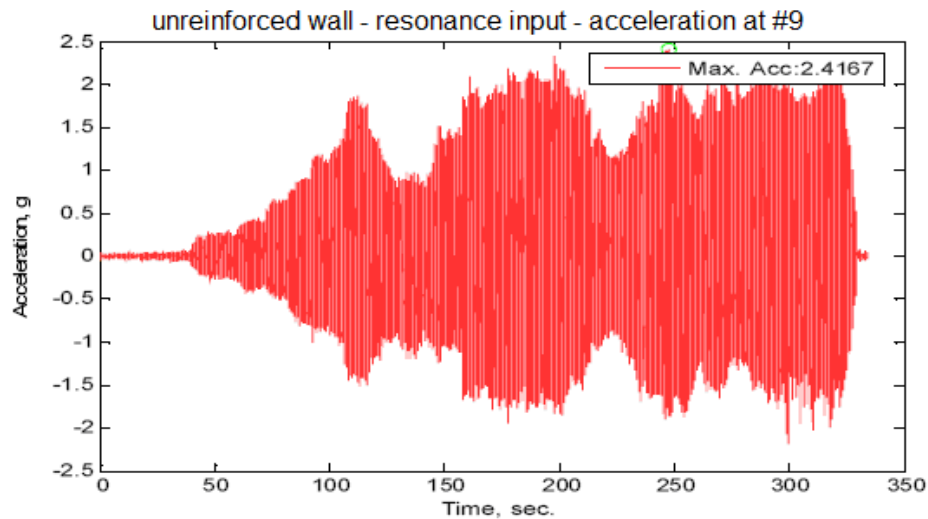
- Sistema de protección antisísmica de elementos no estructurales (cerramientos, particiones y falsos techos)
- Compuesto por una malla de fibra de vidrio y un adhesivo en dispersión acuosa



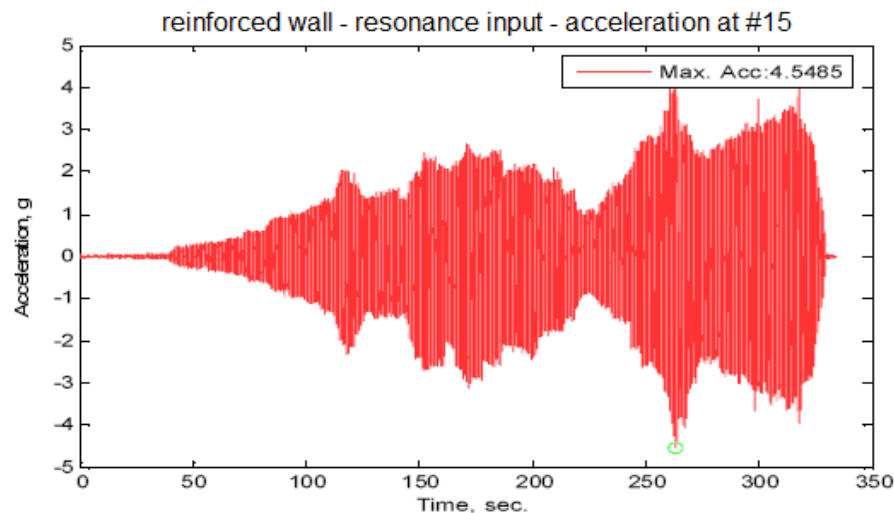
MAPEWRAP EQ SYSTEM

- **Distribuye la energía de impacto sobre toda la superficie, evitando concentraciones de esfuerzos en los marcos de puertas y ventanas**
- **Evita el colapso o vuelco fuera del plano**

Resultados de los ensayos del K.I.T.



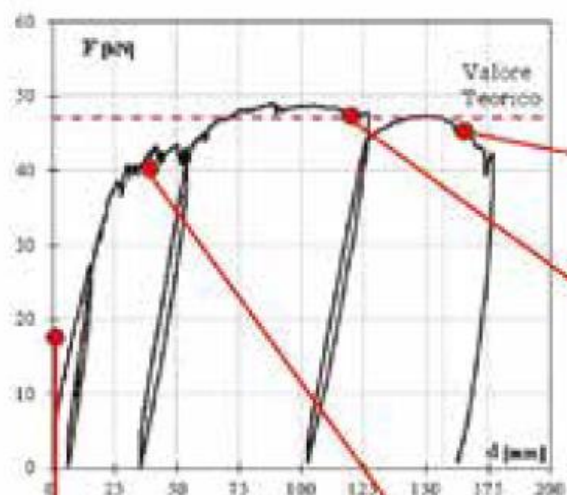
Máxima aceleración antes del colapso - Pared NO reforzada



Màxima aceleración antes del colapso - Pared reforzada

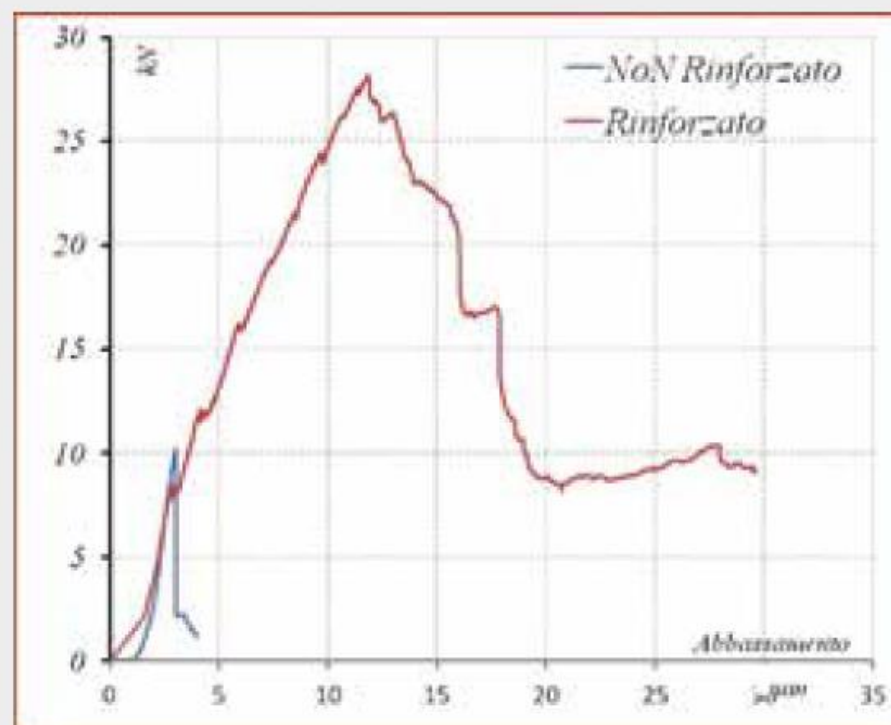
Certificado por el Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad “Federico II” de Nápoles

Prueba a escala real en forjado de vigueta y bovedilla cerámica con refuerzo anti-desprendimiento



Certificado por el Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad “Federico II” de Nápoles

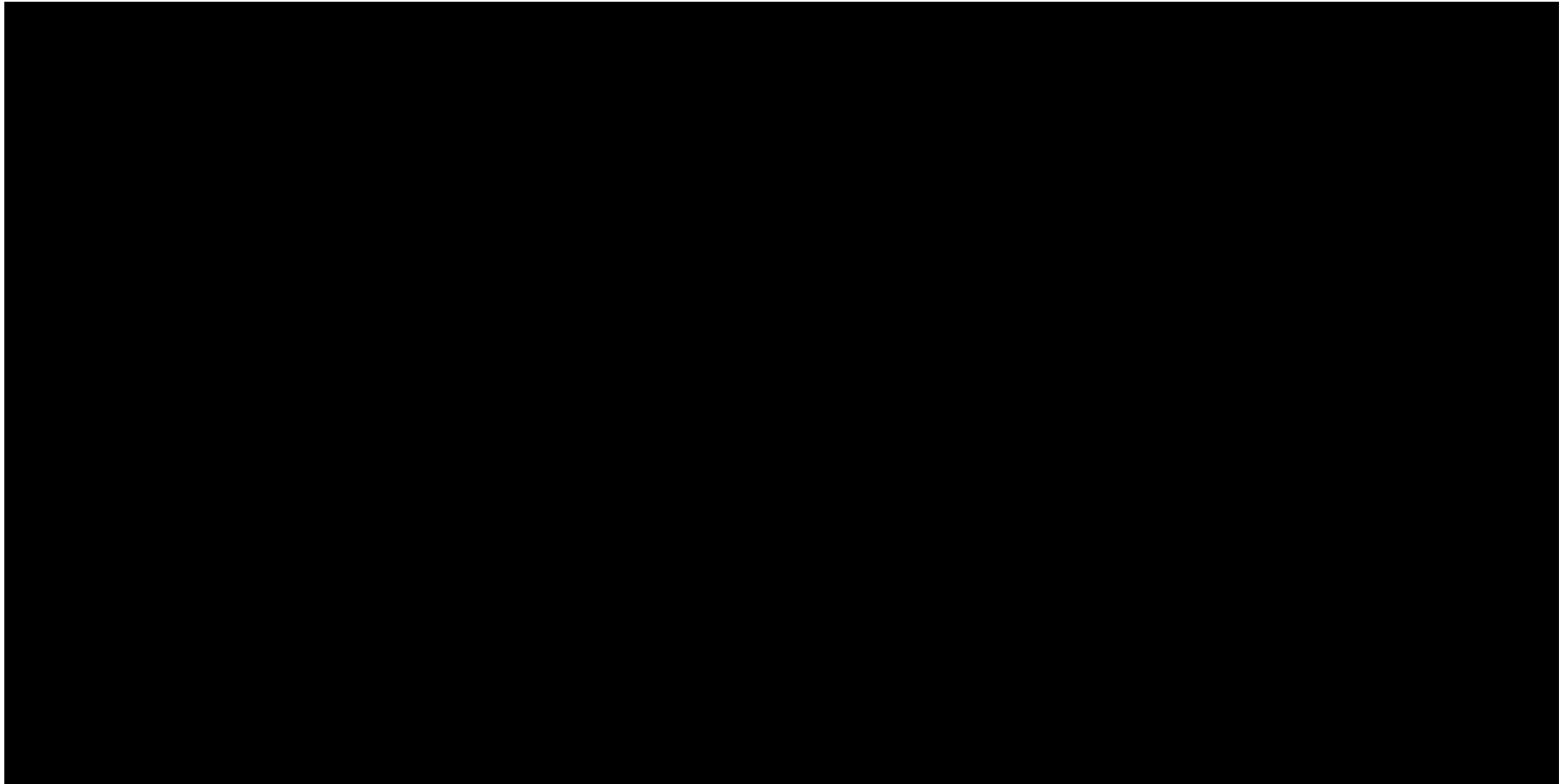
Ensayo de cerramiento de ladrillo sujeto a una prueba de flexión ortogonal con refuerzo antivuelco: incremento de la capacidad de deformación del 500% sin pérdida de capacidad portante.



MAPEWRAP EQ SYSTEM



- No genera escombros
- Con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles: certificado Emission EC1 Plus
- Clasificado al fuego Euroclase B-S1, d0 (EN 1351-1)
- Patentado en todo el mundo



MAPEWRAP EQ SYSTEM



2 | Sistema anti-desprendimiento de elementos de los forjados mediante **MapeWrap EQ System**
Escuela primaria Leonardo da Vinci en Pove del Grappa (VI)

Sistemas de refuerzo MAPEI con materiales compuestos

- **FRP System: matriz polimérica y fibras**
- **FRG System: matriz inorgánica y fibras**
- **MapeWrap EQ System: para albañilería no estructural**
- **Planitop HPC: micro-hormigones fibrorreforzados de altísimas prestaciones**

Tecnología Planitop HPC

- **Sistema de refuerzo estructural mediante recrecido de:**
 - pilares, vigas, nudos por encamisado (1,5 – 3 cm)
 - forjados de hormigón armado, bovedilla cerámica y viguetas, por el extradós (1,5 – 2,5 cm)

- **Incremento de la capacidad portante, la ductilidad y la capacidad de absorción de la energía de fractura**

Tecnología Planitop HPC

- Constituido por microhormigones fluidos de altísimas resistencias a compresión y con un elevado contenido de fibras metálicas de acero
- Ausencia total de armadura
- Bajos espesores



Sistemas de Refuerzo MAPEI con materiales compuestos

Planitop HPC Floor

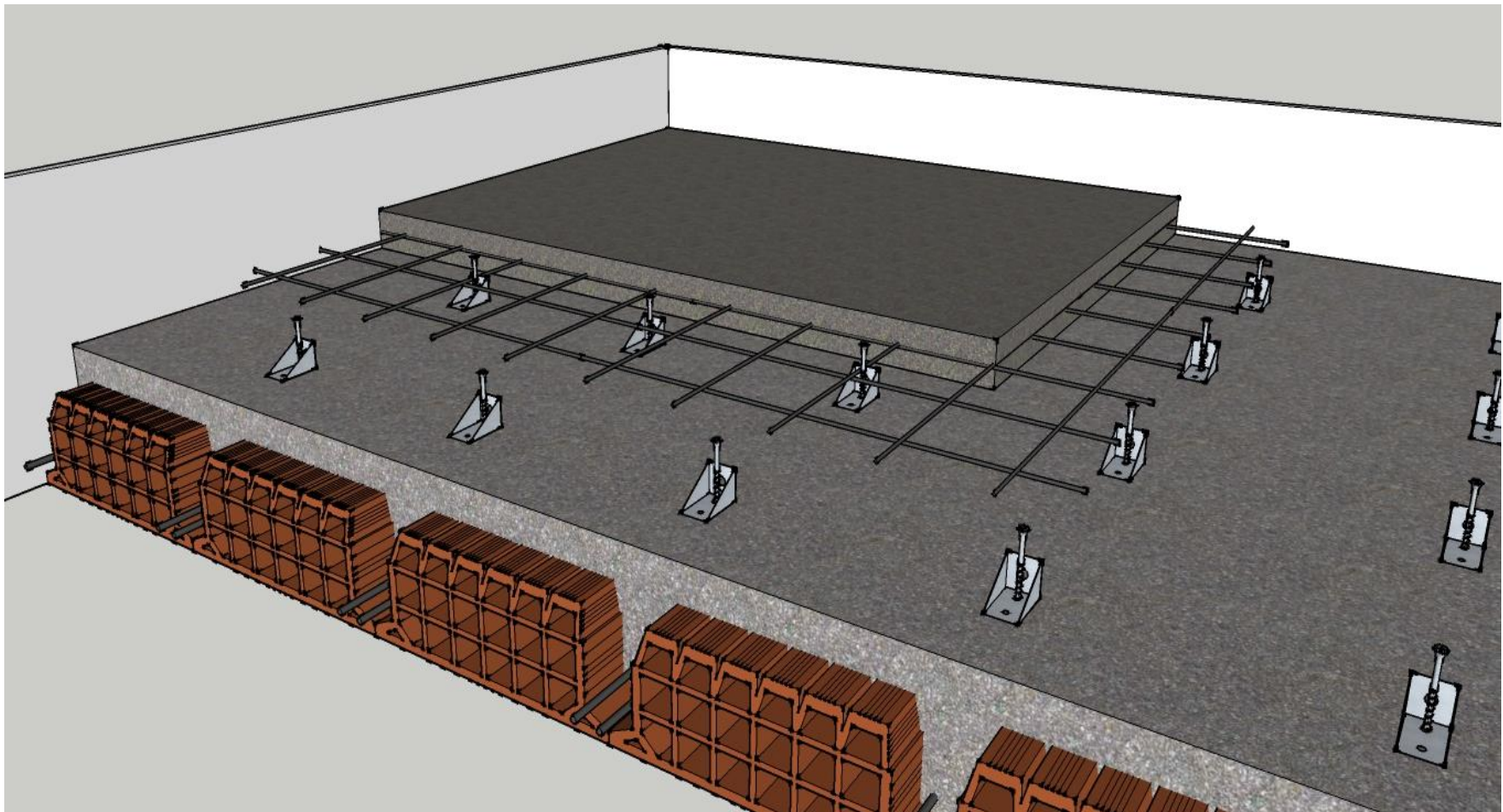
Mortero premezclado con fibras rígidas de acero

S3

Elemento	Función
Forjados	Rigidización

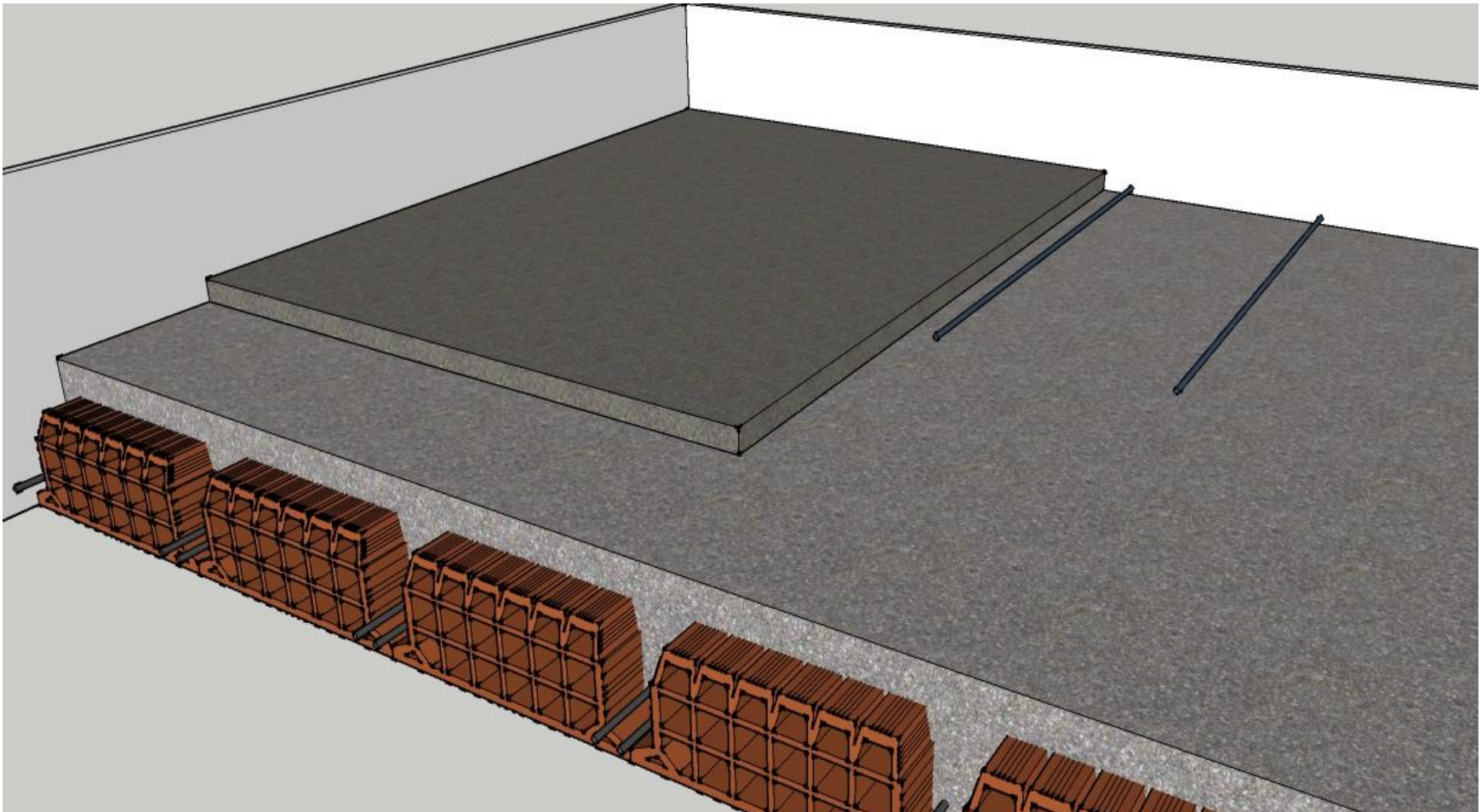
Planitop HPC Floor

Sistema tradicional de refuerzo



Planitop HPC Floor

Sistema innovador



Tecnología Planitop HPC

REFUERZO FINO Y LIGERO

	Espesor de aplicación	Densidad	Peso total de la intervención	
Hormigón tradicional:	5 [cm]	2400 [kg/m ³]	125 [kg/m ²]	-
Hormigón aligerado:	5 [cm]	1400 [kg/m ³]	70 [kg/m ²]	- 44 %
<i>Planitop HPC Floor</i>	2,5 [cm]	2400 [kg/m ³]	60 [kg/m ²]	- 53 %

Tecnología Planitop HPC



Tecnología Planitop HPC



Tecnología Planitop HPC



Planitop HPC Floor

Puesta en obra



“Scuola Mons. Giovanni Bacile” – Bisacquino (PA)

Planitop HPC Floor

Puesta en obra



Preparación del soporte



Consolidación de las áreas de intervención, con PRIMER 3296

“Scuola Mons. Giovanni Bacile” – Bisaquino (PA)

Planitop HPC Floor

Puesta en obra



**Preparación del mortero con una
hormigonera**



Vertido de PLANITOP HPC FLOOR

“Scuola Mons. Giovanni Bacile” – Bisacquino (PA)

Planitop HPC Floor

Puesta en obra



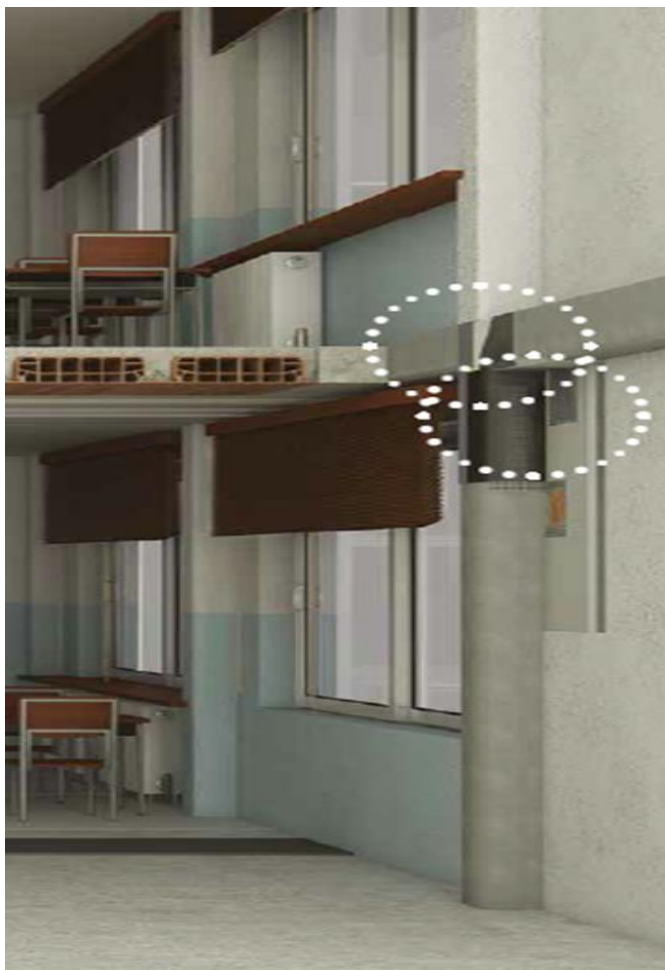
Mortero muy fluido



**Vigilancia en el curado de
PLANITOP HPC FLOOR**

“Scuola Mons. Giovanni Bacile” – Bisaquino (PA)

Soluciones para edificios con estructura de hormigón



Refuerzo local de nudos viga-pilar mediante tejidos de fibra de carbono de la línea

FRP System

*(ref. "Directrices Guía Reluis"*** párr. 3.1.3; ref. CNR DT 200 R1/2013**)*



Conexión perimetral entre cerramientos y barras de hormigón armado (antivuelco) mediante mallas y morteros de la línea **FRG System**

*(ref. "Directrices Guía Reluis"*** párr. 4.1)*

Soluciones para edificios con estructura de hormigón o de albañilería



*Protección antisísmica de
particiones y techos de aulas
con **MapeWrap EQ System***

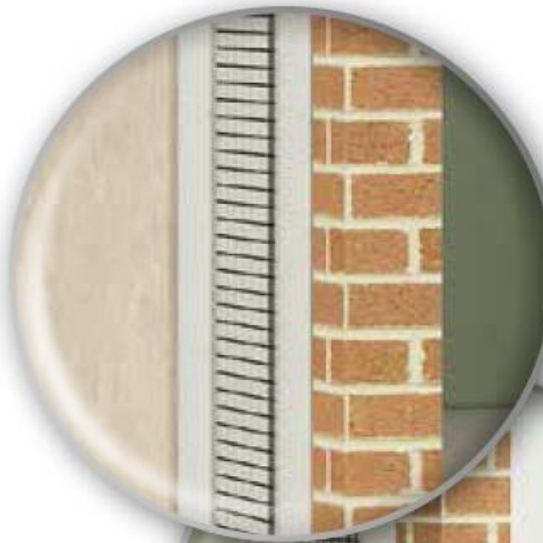
*(ref. "Directrices Guía Reluis" **
párr. 4.1)*



*Capa colaborante para la
rigidización del forjado con
Planitop HPC Floor*

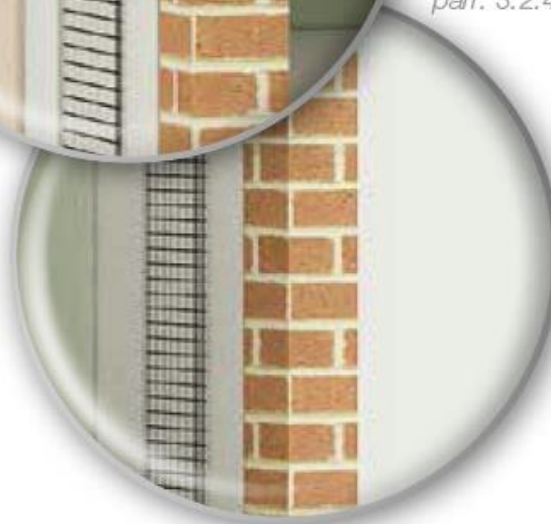
*(ref. CNR 204/2006***)*

Soluciones para edificios con estructura de albañilería



*Refuerzo a cortante de muros
portantes con mallas
y morteros de la línea
FRG System*

*(ref. circular n. 617
del 02.02.09, párr. C8.1
párr. C8.1****; ACI 549****;
"Directrices Reluis"***
párr. 3.2.4.2)*



Información técnica y cálculo



Documentación técnica

Desde el menú "área técnica" puede acceder a toda la documentación técnica, dividida por líneas de productos y tipo de documentación.

**DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
STRUTTURALE**

UNIVERSITA' DI NAPOLI "Federico II"
Polo delle Scienze e delle Tecnologie
Via Claudio, 21 - 80125 Napoli
tel./fax 0817683491 sito web : www.dist.unina.it



Esempi di calcolo





Gracias
por su atención

www.mapei.es
asistenciatecnica@mapei.es