

Antisismico... nei dettagli

DALLA CARTA AL CANTIERE. DOPO STUDI E SIMULAZIONI ARRIVA SUL MERCATO UNA GAMMA DI SISTEMI AD ALTA INNOVAZIONE CHE PERMETTONO DI CONTRASTARE IN MODO EFFICACE LE AZIONI DEL SISMA SIA NEI NUOVI EDIFICI, SIA IN PRESENZA DI COSTRUZIONI ESISTENTI. UNA GAMMA DI SOLUZIONI PER AIUTARE LE IMPRESE A NON SBAGLIARE.

Giacomo Cusmano

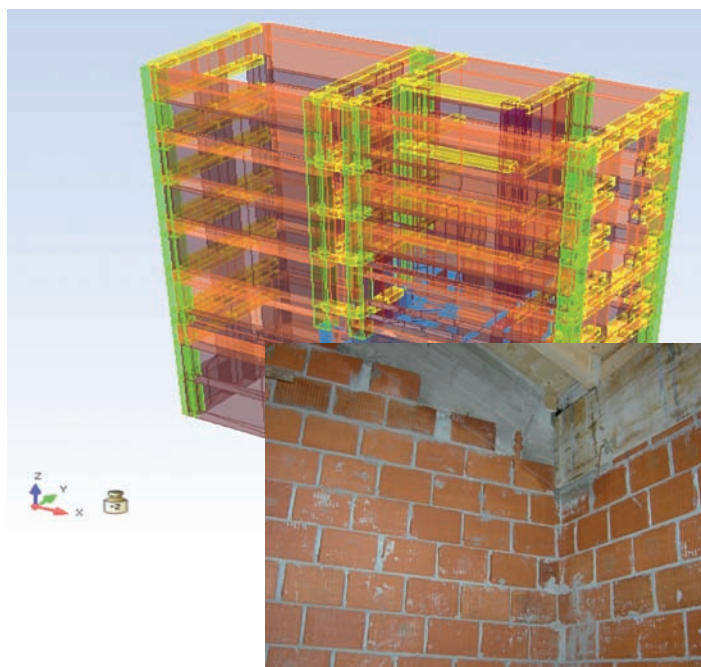


I recenti eventi sismici avvenuti in Italia, accompagnati da una normativa strutturale più sensibile alle valutazioni sismiche, hanno lentamente cambiato la mentalità di imprese edili, progettisti e dell'intero comparto di produzione dell'edilizia: sul mercato hanno fatto la loro comparsa prodotti di base e di integrazione a tecniche tradizionali sempre più prestanti per il soddisfacimento dei diversi livelli di sicurezza richiesti. Confermando così un principio più volte affermato: l'antisismica è anche nascosta nei dettagli costruttivi e nelle accortezze di cantiere di competenza dell'impresa.

Sempre più spesso in edilizia si affida ad un professionista ingegnere la verifica di simulazione teorica di una costruzione contro eventi sismici in fase di progetto, in linea con quanto prescritto dalla normativa vigente "Norme tecniche delle costruzioni" dell'anno 2008.

Il medesimo professionista sviluppa così un modello teorico tridimensionale della costruzione a cui assegna poi le relative sollecitazioni in funzione della zona sismica e del livello di sicurezza che si vuole raggiungere in accordo con il committente. Così, producendo spesso una relazione finale di simulazione teorica dal risultato positivo, le imprese di costruzioni procedono poi con ordinarie routine di cantiere e con la "coscienza a posto": "l'ingegnere ha verificato che è tutto o.k., andiamo avanti".

Modellazione teorica di un edificio per analizzarne il comportamento sismico: pura teoria o esaustivo livello di corrispondenza con la realtà finale di cantiere?

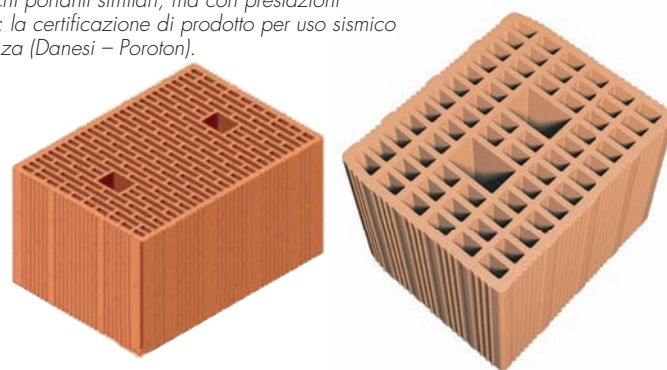


Realtà effettiva di cantiere di un ammortamento ortogonale tra pareti a blocchi: quale è il grado di corrispondenza con il modello teorico di incastro relativo?



Sopra, prova sismica di laboratorio su un sistema costruttivo di pareti in cartongesso (Knauf).

A lato, blocchi portanti similari, ma con prestazioni differenziate: la certificazione di prodotto per uso sismico fa la differenza (Danesi - Poroton).



Più che giusto, ma sarà vero? Se il professionista ad esempio ha previsto nel modello teorico due murature ortogonali giunte, l'impresa realmente esegue un'adeguata ammortatura tra le pareti per avere un reale funzionamento scatolare? Oppure il giunto di progetto viene realmente realizzato in conformità alla tavola di progetto o è "più o meno uguale" in funzione dell'esperienza (magari non nota) delle maestranze esecutive? Non va dimenticato che l'edilizia antisismica si costruisce nei dettagli costruttivi e anche l'impresa di costruzione ha le sue responsabilità.

A fronte di queste indubbie difficoltà di controllo il comparto edile sta lentamente producendo in questi anni prodotti edili che, con l'ottica di ottenere un vero e proprio manufatto antisismico "non solo sulla carta" si caratterizzano per questi aspetti:

- sono impostati su componenti di base studiati appositamente anche per azioni taglianti e di trazione bidirezionali tipiche di un sisma;
- semplificano le attività e le sequenze operative di cantiere all'impresa per rispettare in maniera inconscia, quasi senza accorgersene, le richieste dei progettisti;
- automatizzano la posa dei singoli componenti riducendo le probabilità di libera interpretazione da parte dei manovali;
- sono certificati da prove specifiche di laboratorio su tavola

vibrante svolta su manufatti realizzati in scala reale;

- dotano la giustapposizione di componenti reciproci di opportuni collegamenti meccanici e/o fisici.

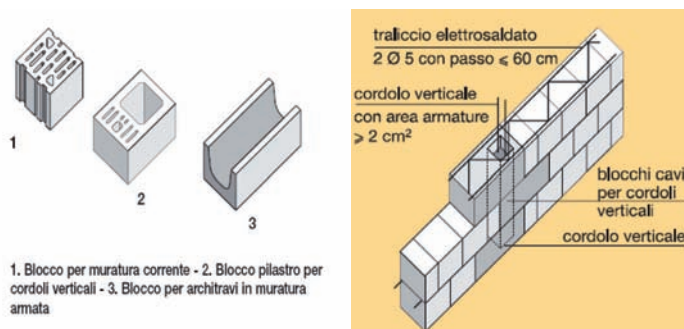
La carrellata a seguire di tipologie evolutive di prodotti, non certo esaustiva in poche righe di un articolo, aiuta le imprese a comprendere "le potenzialità" che hanno a disposizione per non sbagliare.

Prodotti certificati per partire con il piede giusto

La capacità di assorbire un'azione sismica da parte di un edificio è un concetto da un lato geometrico, di funzionamento scatolare globale. Va appurata la presenza di elementi resistenti in una direzione e poi nell'altra e realizzati debiti collegamenti tra impalcati orizzontali e pareti verticali.

Dall'altro, però, è anche scelta di "prodotti base" (in primis mattoni, malta, calcestruzzo, blocchi portanti, etc...) che intrinsecamente non hanno debolezze costitutive al proprio interno. A parità di caratteristiche geometriche dimensionali due pareti all'apparenza uguali, ma realizzate con materiali similari all'occhio estetico, in realtà possono avere risposte sismiche completamente differenziate: resistenza totale da un lato, crollo o rottura con scoppio dall'altro.

I prodotti base costituenti devono essere stati sottoposti ad adeguate prove di laboratorio su tavola vibrante, così da individuare direttamente in azienda la presenza di difetti costruttivi e limitazioni.



Spontanea sequenza costruttiva di una muratura armata partendo da appositi blocchi pensati a tavolino per sovrapposizioni semplificate di cantiere (Lecablocco – Bioclima)



Sistema costruttivo Bioplus – antisismico con blocchi cassero ad incastro (Paver)



Post-sisma: errata connessione tra elementi prefabbricati

La certificazione di un prodotto edile per l'uso sismico è sicuramente un costo aggiuntivo in edilizia, ma fornisce una basilare condizione di partenza per partire "con il piede giusto". Vale però anche l'affermazione opposta, che non va mai dimenticata: l'uso di un prodotto base certificato è condizione necessaria, ma non sufficiente per ottenere una costruzione antisismica. In tal senso le indicazioni ai paragrafi successivi aiutano il lettore a comprendere tale concetto.

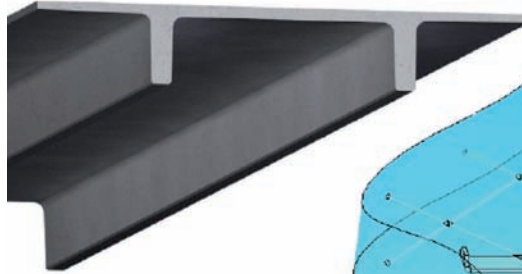
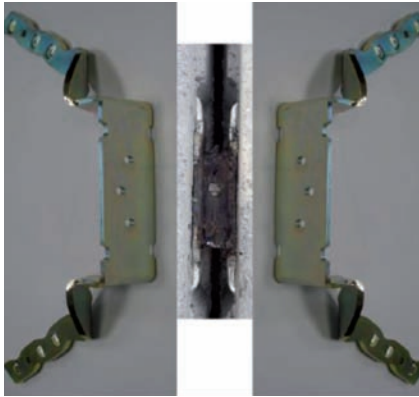
Automatizzare nella semplicità le operazioni di cantiere

Le costruzioni in muratura portante soddisfano a tanti requisiti prestazionali (meccanici, termici, acustici e così via). Ecco pertanto che anche la normativa vigente evidenzia in più punti come ad esempio con murature armate si possano realizzare manufatti sismo-resistenti adeguati.

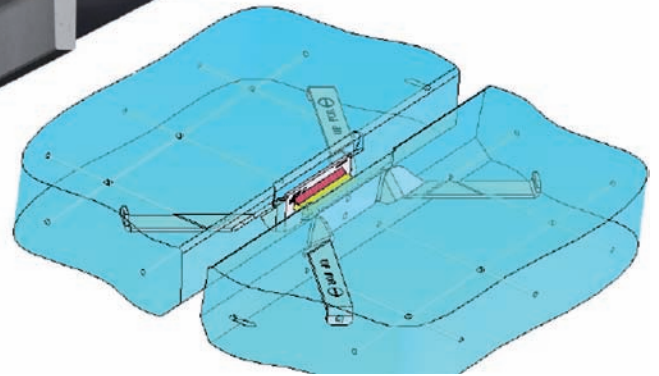
Da questa premessa la necessità di inserire barre metalliche e/o ricavare pilastri in calcestruzzo armato all'interno della muratura portante ha portato in maniera spontanea le aziende produttrici ad individuare blocchi murari integrabili che, in un gioco di composizione quasi a "lego", aiutano l'addetto a formare appositi alloggiamenti per l'inserimento degli elementi di rinforzo.

In tal senso nei punti critici del progetto strutturale la corrispondenza tra modellazione teorica ed esecuzione effettiva di cantiere viene garantita in maniera naturale dal sistema costruttivo stesso in giustapposizione.

Ovviamente non va dimenticato il ruolo apportato da squadre di manovali debitamente formate e coscienti delle procedure operative da attuare, perché l'errore di cantiere è sempre dietro l'angolo anche con i sistemi più evoluti, ma sicuramente tecniche costruttive dotate di automatismi operativi inducono la "regia di cantiere" ad accorgersi subito di eventuali punti di discontinuità o di situazioni anomale, fornendo quindi l'occasione di avvisare il progettista/direttore dei lavori al fine di analizzare il singolo problema e cercare soluzioni equivalenti da un punto di vista sismico.



Sistema Vector di connessione tra tegole prefabbricati (Eiseko Precast Technology)



Garantire le connessioni “orizzontale – verticale”

L'effetto scatolare di comportamento unitario di una costruzione (non si finirà mai di ripeterlo) è un concetto base per ottenere un edificio realmente corrispondente all'esigenza antisismica.

Troppo spesso e a lungo in edilizia si è operato con condizioni di semplice appoggio, dove l'unione tra gli elementi avveniva esclusivamente per semplice attrito o, nei casi più fortuiti, solo con un semplice strato di malta dall'esiguo spessore e consistenza.

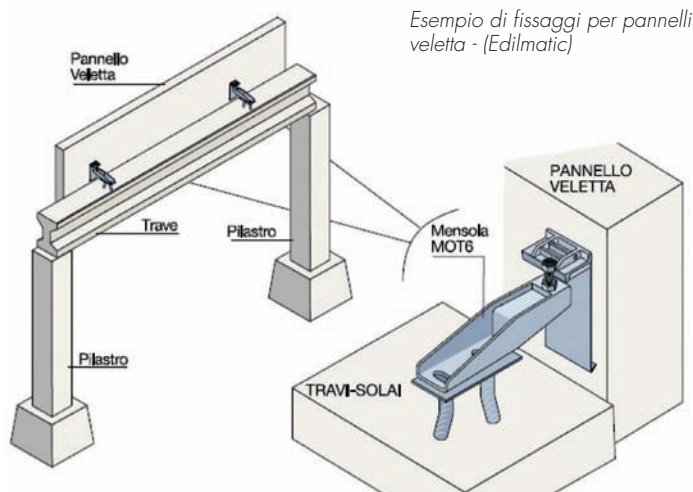
Il caso delle strutture prefabbricate semplicemente sovrapposte una sull'altra è sicuramente il più eloquente, perché chi è operativo nel settore edile sa bene che questo malcostume (o forse meglio dire “consuetudine operativa erroneamente accettata da molti”) la si può ritrovare anche sotto molto finiture di pavimenti nei punti di teorica giunzione-dilatazione, in verticale su elementi di facciata dotati di pannelli e/o di facciata ventilata muraria, in facciate vetrate o anche nel caso di semplici tamponamenti murari.

Le diverse immagini raccolte nelle ispezioni post sisma sia in Abruzzo 2009 che in Emilia 2012 sono testimonianza di come l'applicazione di criteri antisismici non può essere dele-

gata unicamente alla struttura portante, soprattutto se si ha a che fare con edifici strategici o produttivi. Se il funzionamento dell'immobile deve essere garantito nel breve periodo post terremoto è evidente che se l'edificio rimane in piedi, ma saltano via tutte le facciate, piuttosto che gli impianti ad esse connesse, il reale impiego dell'immobile viene meno per un tempo notevole.

Una o più crepe, una disconnessione evidente, una perdita di planarità di un componente secondario, possono essere condizioni tollerate, ma se il componente si ribalta cadendo al piano terra, l'impiego effettivo dell'immobile viene meno.

In tale direzione il mercato edile sta lentamente percependo questo concetto e vengono sempre di più proposti intelligenti sistemi di connessione duttile tra elementi prefabbricati, prevalentemente realizzati mediante appositi componenti metallici. Si evidenzia al lettore che quando si parla di componenti metallici aggiuntivi non si parla di squadrette metalliche (con connettori chimici) improvvisate in cantiere dal primo fabbro dell'impresa di costruzione durante il montaggio del prefabbricato industriale, bensì di prodotti debitamente certificati per tale funzione da un lato e spesso giustapposti “non a vista” in quanto pre-inseriti con giunzione maschio-femmina ad incastro in fase di produzione. Il tutto per garantire risultati estetici comunque di pregio, dando quindi totale libertà di progettazione comunque nel rispetto di criteri di sicurezza contro il danno sismico.



Esempio di fissaggi per pannelli veletta - (Edilmatic)

Prevenire il ribaltamento di tamponamenti di facciata

Il concetto di impedire ribaltamenti improvvisi dei componenti, come si è detto, non è però un tema esclusivamente di competenza e interesse delle costruzioni prefabbricate.

Gi eventi sismici recenti dimostrano come la mancanza di garanzia di tenuta alla rotazione a terra a volte sia da imputare anche a tamponamenti di facciata che ovviamente, non essendo veri e propri elementi portanti, vengono inseriti all'interno della costruzione a telaio strutturale già formato.

In tale direzione le casistiche dimostrano come da un lato vi siano casi di componenti non debitamente ancorati e dall'altro altresì elementi costruttivi secondari (soprattutto ai piani bassi della costruzione dove si concentra l'energia del sisma) che pur non essendo portanti di fatto interagiscono con la struttura nell'assorbire l'azione oscillante. Ovviamente, in assenza di un'adeguata resistenza di base, gli stessi finiscono per lesionarsi, scoppiare, o ribaltarsi a terra, rendendo inutilizzabili di fatto gli spazi in essere.

Anche per queste casistiche piuttosto frequenti le aziende produttrici stanno sempre più sforzandosi con apposite prove di laboratorio di analizzare la risposta di propri prodotti usualmente impiegati nell'edilizia per tali obiettivi.

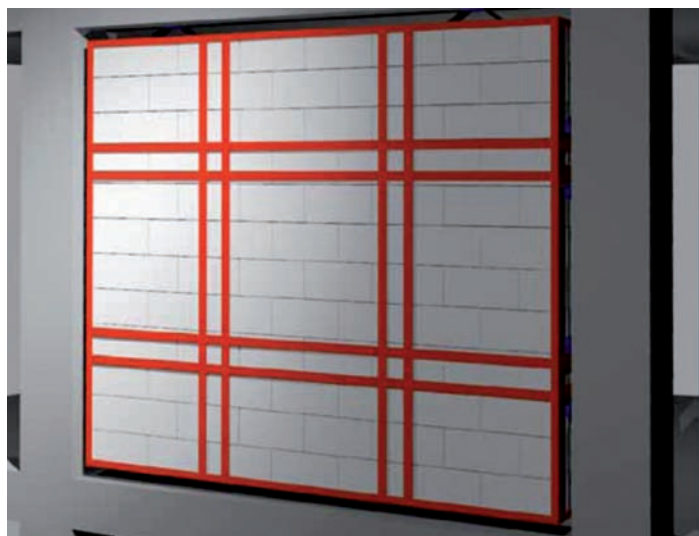
A questo filone di ricerca, nella consapevolezza che alle pareti bisogna fornire nel contempo aggrappo strutturale, resistenza a trazione, ma contemporaneamente minore interazione energetica con lo scheletro portante della costruzione (operazione quindi non facile da tradurre in termini tecnologici), si possono identificare essenzialmente due filosofie di risposte pratiche da cantiere:

- integrazione delle tecniche tradizionali con reti fibrarinforzanti o bandelle (cinture) tenso-resistenti;
- nuovi prodotti in cartongesso per esterni con giunti strutturali di assorbimento sismico.

Alla prima categoria di interventi appartengono ad esempio:

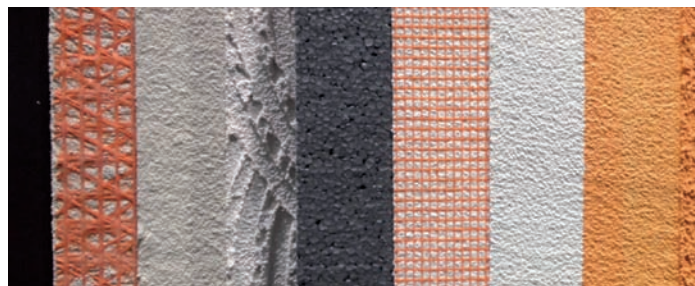
- le cinture metalliche smorzanti: alle pareti e sui solai della struttura portante vengono fissate delle bandelle dotate di appositi dissipatori a balestra, in grado di conferire possibilità di micro-movimento oscillatorio alla parete stessa in tutte le direzioni; dopo l'esecuzione della parete in blocchi la stessa viene rivestita con cinture metalliche disposte a rete; gli interstizi perimetrali vengono poi riempiti con elementi di giunto in grado di ripristinare la continuità acustica e ter-

Rinforzo costruttivo di facciata (Afon Casa)



mica. Sul tutto viene poi applicato il rivestimento di finitura.

- cappotti antisismici: il sistema a cappotto posto con l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica di una costruzione proprio per il suo concetto di fondo di elemento costruttivo che riveste come una coperta l'intero immobile, può divenire elemento utile a contrastare il ribaltamento della



Stratigrafia del cappotto antisismico (Roefix - SismaCalce).

facciata stessa se opportunamente pensato anche in tale direzione. Ciò può avvenire grazie alla posa sottostante allo strato isolante di un ulteriore rete fibrarinforzata dotata di capacità smorzanti da un lato e nel contempo in grado di consentire il naturale aggrappo del pannello isolante sovrastante.

Alla seconda categoria appartengono viceversa:

- chiusure verticali in cartongesso per esterni: la leggerezza di tali sistemi, unita da un lato a prodotti debitamente testati e garantiti per esposizione all'esterno e dall'altro a particolari dettagli costruttivi di fissaggio e giunzione che consentono l'assorbimento dell'azione sismica, permettono di ottemperare alla necessità di avere sistemi costruttivi d'involucro interconnessi alla struttura portante.



Sistema di facciate Aquapanel outdoor (Knauf)

Dettagli antisismici anche all'interno dell'abitato

La normativa italiana sulle strutture NTC 2008, fin dalle prime pagine, nel parlare di sicurezza e prestazioni attese introduce un duplice concetto di sicurezza, parlando separatamente di "stati limite ultimi" e "stati limite d'esercizio".

In tale senso, in funzione poi della classe d'uso della costruzione stessa e degli obiettivi di funzionalità individuabili dalla committenza come prestazioni minime da ottenere, appare evidente che ci sono casi dove il buon comportamento strutturale della parte portante può essere considerata condizione sufficiente per adempiere al dovere antisismico; viceversa, soprattutto per



Condizione assolutamente da evitare in edifici d'importanza strategica (fonte: Siniat)

edifici con "funzioni strategiche", appare evidente che il funzionamento dell'immobile debba essere garantito anche dopo al manifestarsi dell'evento tellurico.

Il che significa affermare che anche le diverse condizioni più critiche dello stato limite di esercizio devono essere garantite.

Nello specifico viene citato dalla norma il tema "spostamenti e deformazioni che possono compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti e macchinari".

Ciò premesso è evidente che un edificio strategico o importante non può ritenersi efficiente se, pur rimanendo in piedi, scoppiano o crollano le pareti interne dei locali, pareti nel cui interno sono di fatto collocate diverse derivazioni impiantistiche magari fondamentali per l'attività stessa. In tal senso, entrando nello specifico, la normativa definisce chiaramente il cosiddetto Stato limite di operatività (SLO) e Stato Limite di Danno (SLD), cui anche elementi non strutturali devono fare riferimento. A fronte di questa premessa di legge appare evidente che il settore dei prodotti edili non può rimanere indifferente verso il fornire prodotti e sistemi costruttivi anche per "pareti interne e per soffitti" debitamente certificati e testati per tali condizioni. A titolo esemplificativo, con l'augurio che sempre più aziende



Nella foto un esempio di consolidamento di una muratura interna di un edificio mediante l'applicazione di MapeVWrap EQ System. Si tratta di un sistema composto da due prodotti, un'adesivo monocomponente all'acqua a base di dispersione poliuretanica e di un tessuto bidirezionale in fibra di vetro. La sua applicazione sulle pareti, che può avvenire anche direttamente su intonaco esistente, aumenta il tempo di evacuazione dall'edificio in caso di sisma. Il prodotto è inodore e ha uno spessore di circa 1mm. (Mapei)

produttrici recepiscano tali concetti si citano ad esempio i grandi sforzi positivi fatti da alcune aziende di pareti in cartongesso per interni. Tali sistemi sono basati su elementi di giunto a soffitto e a parete che garantiscono da un lato la resistenza alle oscillazioni laterali, ma dall'altro anche di non assorbire i movimenti vibratori della struttura portante cui sono connessi grazie alla presenza di appositi giunti telescopici. Da questo breve excursus generale emerge chiaramente come l'intero comparto produttivo dell'edilizia da un lato, ma altresì le imprese di costruzione dall'altro, devono cambiare mentalità operativa e incominciare ad affrontare i temi complessi dell'edilizia antisismica non delegando tale compito esclusivamente al modello teorico della costruzione redatto dal professionista ingegnere, ma confrontandosi quotidianamente con dettagli costruttivi di cantiere e tecnologie d'impiego certificate da prove di laboratorio.

La qualità richiede un costo aggiuntivo, ma gli enormi diversi risultati che si possono perseguire sono sotto gli occhi di tutti.

Sequenza costruttiva per realizzare una parete antisismica per interni in cartongesso (Siniat)

