

**MEDIA
PLANET**

Luglio 2009

EDILIZIA ANTISISMICA



fischer:
la sicurezza prima di tutto.

Massima sicurezza, affidabilità delle soluzioni scelte e ottimizzazione costi-benefici: affidarsi a fischer significa poter contare su tecnologie di costruzione che semplificano e velocizzano le operazioni in cantiere.

La gamma completa di soluzioni per il rinforzo strutturale su www.fischeritalia.it o chiedi informazioni al numero verde 800844078.



fischer 
I SISTEMI DI FISSAGGIO

EDITORIALE

L'Attività di prevenzione

Il rischio sismico rappresenta uno dei principali e più delicati settori di intervento della Protezione Civile, per la complessità delle funzioni che devono essere garantite nelle diverse fasi di valutazione, prevenzione e di gestione post-terremoto. Nell'ambito del Dipartimento della Protezione Civile, l'Ufficio III - "Valutazione, Prevenzione e Mitigazione del Rischio sismico e Attività ed Opere post-emergenza" - elabora i criteri e le metodologie per la valutazione e la riduzione del rischio sismico, sviluppa le competenze tecnico-scientifiche per la previsione dell'impatto del terremoto sul territorio e opera per l'ottimizzazione degli interventi in condizioni di emergenza e di ricostruzione post-sisma. Inoltre, formula indirizzi in ordine alla classificazione sismica e alla normativa per le costruzioni in zona sismica, fornisce supporto tecnico ed assistenza alle altre amministrazioni centrali e periferiche dello Stato ed effettua il monitoraggio del territorio ai fini di una rapida determinazione delle caratteristiche e degli effetti dei terremoti.

Questi compiti vengono svolti con il supporto scientifico e operativo dei centri di competenza per il rischio sismico: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), per gli aspetti sismologici, RELUIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica) e EUCENTRE (Centro Europeo per la formazione e la ricerca in ingegneria sismica), per gli aspetti ingegneristici. Un'efficace strategia di mitigazione del rischio sismico richiede innanzitutto un costante impegno volto a migliorare le conoscenze sulle cause del fenomeno, ad approfondire gli studi sul comportamento delle struttu-

re sottoposte alle azioni sismiche e a migliorare gli interventi in emergenza. Il rischio sismico, infatti, oltre che al verificarsi del fenomeno fisico, è indissolubilmente legato alla presenza dell'uomo.

Poiché non è possibile prevedere il verificarsi dei terremoti, l'unica strategia applicabile è quella di limitare gli effetti del fenomeno sull'ambiente antropizzato, attuando adeguate politiche di prevenzione e riduzione del rischio sismico. In particolare:

- migliorando la conoscenza del fenomeno, anche attraverso il monitoraggio del territorio e valutando adeguatamente il pericolo a cui è esposto il patrimonio abitativo, la popolazione e i sistemi infrastrutturali;

- attuando politiche di riduzione della vulnerabilità dell'edilizia più antica, degli edifici "strategici" (scuole, ospedali, strutture adibite alla gestione dell'emergenza), attraverso un'ottimizzazione delle risorse utilizzate per il recupero e la riqualificazione del patrimonio edilizio;

- aggiornando la classificazione sismica e la normativa;

- utilizzando al meglio gli strumenti ordinari di pianificazione, per conseguire nel tempo un riassetto del territorio che tenga conto del rischio sismico e per migliorare l'operatività e lo standard di gestione dell'emergenza a seguito di un terremoto;

- intervenendo sulla popolazione con una costante e incisiva azione di informazione e sensibilizzazione.

Fonte: Protezione Civile



SOMMARIO

- Costruzioni in c.a., in acciaio - calcestruzzo.....	4
- Prevenzione dell'edilizia in muratura.....	6
- L'edilizia contemporanea in muratura portante.....	6
- Gli edifici esistenti in calcestruzzo armato.....	6
- Calcestruzzo armato e sismicità.....	6
- Costruzioni in legno.....	8
- Le strutture di legno e il terremoto.....	8
- Nuove tecnologie per la protezione sismica delle costruzioni.....	12
- Il Progetto C.A.S.E.....	12
- Monumenti e terremoto.....	13
- Il ruolo del Software di calcolo strutturale.....	17
- Condotte in ghisa sferoidale: migliori prestazioni in caso di eventi sismici.....	19

MEDIA PLANET

Mediaplanet with reach and focus
www.mediaplanet.com

Mediaplanet è una casa editrice leader in Europa per la pubblicazione di supplementi tematici allegati a quotidiani e portali online di economia, politica e finanza.
Per ulteriori informazioni: Mattias Rentner Country Manager,
+39 02 36269442 mattias.rentner@mediaplanet.com

EDILIZIA ANTISISMICA - UNA PUBBLICAZIONE DI MEDIAPLANET

Project Manager: Gabriele Gabbini, Mediaplanet 02-36269428

Production Manager: Gianluca Cò, Mediaplanet 02-36269443

Produzione/Layout: Daniela Borraccino, Mediaplanet daniela.borraccino@mediaplanet.com

Testi: Henry Borzi

Stampa: Il Sole 24 Ore

Distribuzione: Il Sole 24 Ore

Foto: istockphoto.com

Nuove norme tecniche per le costruzioni

a cura di Anidis

(Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Tutti i documenti raccolti nell'inserito si legano alle **Norme Tecniche per le Costruzioni** del 14 gennaio 2008 (**NTC-08**), recentemente (1 luglio 2009) rese obbligatorie per tutte le costruzioni (non le sole strategiche, come in precedenza). Le **NTC-08** (cap.1) hanno per oggetto "i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni" e forniscono "i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti".

Poiché l'Italia è considerata sismica quasi interamente, le indicazioni precedenti impongono un sistematico confronto costruzioni - terremoto; dunque è impossibile parlare di edilizia antisismica e tacere delle **NTC-08**, con le quali qualunque iniziativa edilizia deve confrontarsi.

Sinora, in presenza di azioni sismiche, le norme tecniche italiane sono state finalizzate a garantire un prefissato livello di sicurezza nei confronti del crollo, totale o parziale, della costruzione, attraverso il conseguimento di una sufficiente resistenza

delle strutture. Attenzione totale, dunque, per la struttura; scarsa o nessuna attenzione, invece, per gli elementi non strutturali (le finiture) e gli impianti che, del costo di costruzione e manutenzione, sono l'aliquota più significativa (70%÷80%).

La costruzione, inoltre, sotto l'azione del sisma, si comporta come un unico sistema e, dunque, i tre sottosistemi che la compongono (struttura, finiture, impianti) interagiscono. Tale interazione, se trascurata, può diventare esiziale, portando a danni estremi e crolli imprevedibili. Di tutti gli elementi segnalati (e di molti altri) le **NTC-08** tengono conto. Il conseguimento della resistenza della struttura viene dunque concettualmente sostituito dal conseguimento della "prestazione" della costruzione, considerando tale prestazione soddisfacente solo se tutti e tre i sottosistemi componenti (struttura, finiture ed impianti) forniscono prestazioni soddisfacenti. Inoltre, poiché l'intensità del terremoto in un sito può avere notevole variabilità (dai terremoti lievi, ma frequenti, ai terremoti rari, ma distrutti-

vi) la prestazione della costruzione è considerata soddisfacente solo se la sua risposta al sisma, qualunque ne sia l'intensità, è soddisfacente. La prestazione è dunque valutata confrontando la "capacità" di risposta della costruzione al sisma, con la "domanda" di prestazione che il sisma pone. Tale confronto, effettuato al variare della intensità del sisma, è finalizzato a minimizzare il "rischio sismico" della costruzione, ossia l'entità delle perdite che il sisma produce. La risposta sismica di una costruzione varia al variare dei materiali utilizzati per costruirla; le **NTC-08** trattano, dunque, separatamente le costruzioni realizzate con calcestruzzo armato (c.a.), acciaio, muratura e, per la prima volta, le costruzioni in acciaio-calcestruzzo e in legno; nel seguito a tali costruzioni, proprio per la novità della trattazione, sarà dedicata particolare attenzione.

Particolare attenzione sarà dedicata anche all'edilizia esistente che, per ovvie ragioni di numerosità, costituisce il maggiore dei problemi da affrontare per ridurre il rischio sismico; in particolare si tratteranno le co-

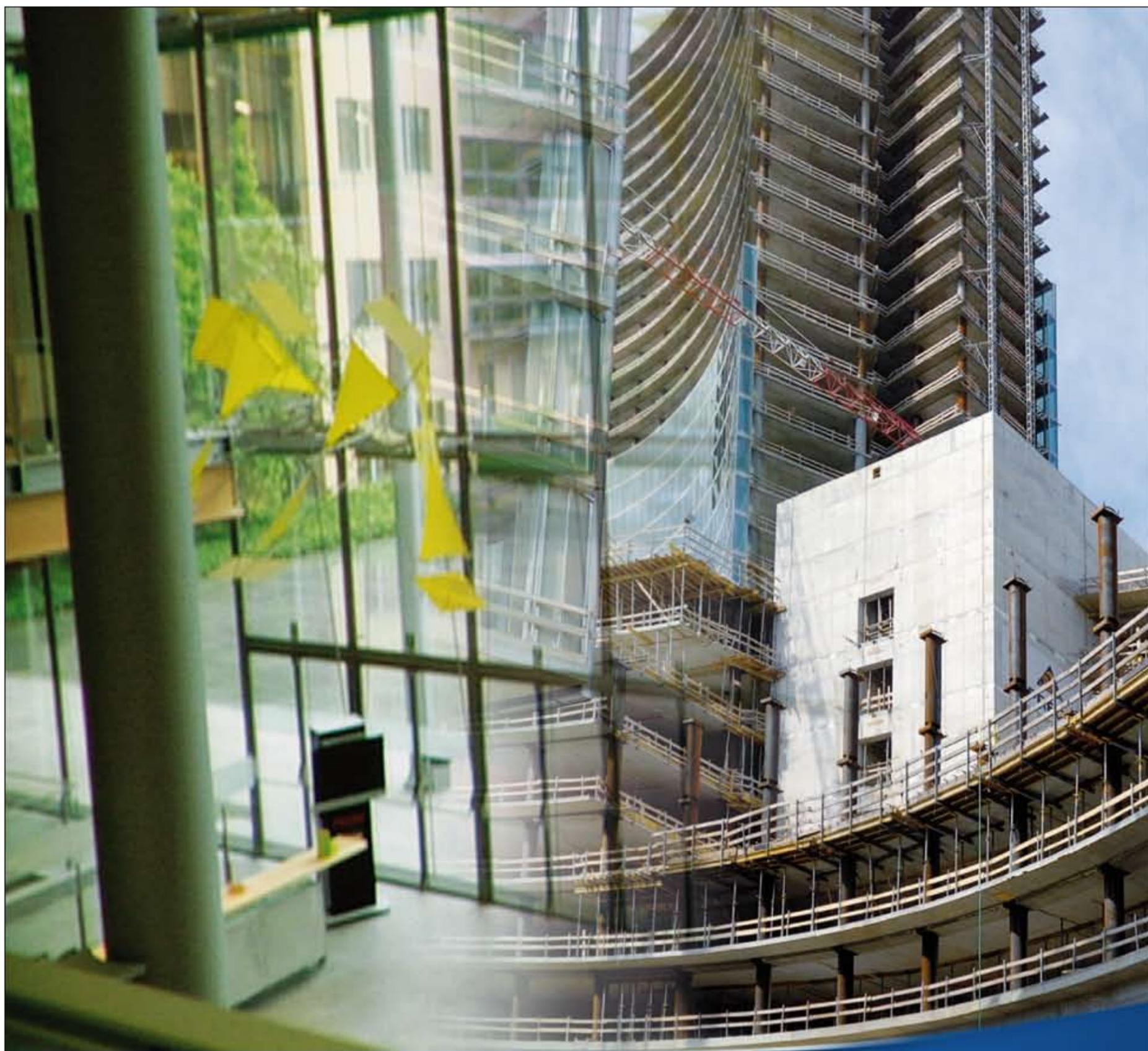
struzioni esistenti, sia in c.a. che in muratura, illustrando le ulteriori peculiarità legate all'eventuale carattere storico-artistico.

Saranno inoltre esaminate le tecniche di protezione passiva che, attraverso isolamento alla base e dissipazione d'energia, minimizzano l'entità dei danni a struttura, finiture, impianti e, dunque, l'entità del rischio sismico, come provato dai più recenti terremoti. Infine si accennerà brevemente alle possibilità che il software fornisce oggi ai progettisti e alle cautele che debbono accompagnare la scelta.

Tutti gli argomenti saranno trattati in modo semplice, con piglio volutamente divulgativo e nella maniera più stringata possibile, come impone il ridotto spazio editoriale a disposizione.

Franco Braga
Dipartimento Ingegneria Strutturale e Geotecnica,
Università La Sapienza di Roma
Presidente Anidis





L'ACCIAIO È SICUREZZA

Duttile, elastico, resistente, forte, indistruttibile. Questo è l'acciaio.

Per questo è usato negli oggetti della vita di tutti i giorni così come nelle grandi strutture e infrastrutture, anche le più ardite. Grazie alle sue caratteristiche, l'acciaio ci garantisce la massima protezione dalle peggiori condizioni climatiche e dagli eventi naturali più violenti e imprevedibili. L'acciaio è pulito e riciclabile all'infinito.

www.federacciai.it



Federacciai

Costruzioni in c.a., acciaio e acciaio - calcestruzzo

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Le **Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 (NTC-08)** adottano, per la progettazione antisismica delle costruzioni in calcestruzzo armato (c.a.), acciaio e acciaio-calcestruzzo un approccio progettuale **"multi-prestazionale"** in ambito italiano totalmente innovativo e, almeno in termini concettuali, unitario.

Al conseguimento di un sufficiente livello di resistenza della struttura al sisma, è sostituito il conseguimento di un sufficiente livello di **"prestazione"**, intendendosi per prestazione il comportamento della costruzione vista come unico sistema composto da tre sottosistemi interagenti: struttura, elementi non strutturali (finiture), impianti; la prestazione è considerata soddisfacente solo se struttura, finiture ed impianti forniscono prestazioni soddisfacenti.

Inoltre, poiché l'intensità sismica in un sito può avere notevole variabilità, la prestazione della costruzione è considerata soddisfacente solo se la risposta al sisma, quale ne sia l'intensità, è soddisfacente. La prestazione sismica della costruzione è dunque articolata su più livelli (4) di **"capacità"** di risposta, direttamente commisurati ai livelli (4) nei quali la crescente **"domanda"** di prestazione è articolata.

In particolare i 4 livelli di prestazione debbono soddisfare 4 stati limite diversi che vanno dalla immediata operatività (**SLO**) alla prevenzione del collasso (**SLC**), passando per il danno (**SLD**) e la salvaguardia della vita (**SLV**). Al crescere della domanda e dunque allo spostarsi della capacità da SLO ad SLC i tre sottosistemi vedono passare il loro comportamento dall'elastico al fragile o al plastico, a seconda delle caratteristiche intrinseche.

A struttura e finiture vengono attribuite rigidità, resistenza e duttilità prefissate; è infatti possibile variare l'entità della domanda sismica al variare della capacità dissipativa del sottosistema considerato,

in particolare riducendone la resistenza al crescere della duttilità.

Per conseguire il desiderato comportamento duttile, la progettazione adotta la **"gerarchia delle resistenze"**: individuati gli elementi fragili, si impone che restino elastici, dotandoli di una resistenza opportunamente maggiore di quella degli elementi duttili che li sollecitano.

La resistenza degli elementi duttili viene valutata in base alle sollecitazioni fornite dal modello di calcolo elastico, la resistenza degli elementi fragili a partire dalla resistenza degli elementi duttili, maggiorata di un opportuno fattore di sovra resistenza. La duttilità, perseguita localmente mediante i particolari costruttivi, viene controllata solo localmente e con formule cinematiche.

Esaminato il percorso di progettazione che è comune alle tre tipologie costruttive (c.a., acciaio, acciaio-calcestruzzo) le si può ora considerare separatamente, elencandone le peculiarità.

Le costruzioni in c.a. sono oggi le più diffuse. La semplicità delle operazioni di costruzione in opera e la naturale continuità strutturale garantiscono loro ottime prestazioni strutturali, a costi contenuti. L'insieme delle prescrizioni delle **NTC-08** (verifica multi-livello, gerarchia delle resistenze, controllo delle modalità di collasso, regole di progetto e criteri di dettaglio) e l'elevata qualità dei materiali disponibili assicurano elevate prestazioni, consentendo di eliminare le carenze, a livello di struttura, finiture e impianti, evidenziate dalle realizzazioni in c.a. degli anni '60 - '70, anche in occasione del recente sisma aquilano.

Le costruzioni in carpenteria metallica, d'altro canto, garantiscono leggerezza strutturale, versatilità e reversibilità della struttura; esse consentono un buon livello di prefabbricazione, anche a livello di finiture

e impianti, ma richiedono per il montaggio in opera manodopera specializzata, garantendo comunque un'elevata qualità dell'opera. Il pieno sfruttamento della duttilità del materiale si raggiunge armonizzando i diversi livelli di prestazione, quanto a rigidità, resistenza e duttilità, e controllando i fenomeni di fragilità e instabilità.

Le costruzioni miste o ibride acciaio-calcestruzzo accoppiano la elevata resistenza e rigidità del c.a. all'elevata duttilità dell'acciaio; l'accoppiamento, sicuramente efficace da un punto di vista strutturale, comporta alcune complicazioni di calcolo e verifica non del tutto risolte dagli Eurocodici, cui le **NTC-08** fanno riferimento. Alcune tipologie strutturali hanno comunque indubbi vantaggi in rapporto alla luce da coprire, alla resistenza al fuoco e alla rigidità.

È in ogni caso importante il controllo dei materiali (calcestruzzo, acciaio da c.a., carpenteria metallica) e della costruzione, in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Le **NTC-08** richiedono accurati controlli all'atto della produzione, ma anche nelle diverse fasi di lavorazione ed assemblaggio nei centri di trasformazione ed in cantiere, mettendo a disposizione dei tecnici gli strumenti necessari per valutare la corretta realizzazione dell'opera.

Franco Braga

Dipartimento Ingegneria Strutturale e Geotecnica,
Università La Sapienza di Roma
Presidente Anidis

Walter Salvatore

Dipartimento Ingegneria Civile,
Università di Pisa
Consiglio Direttivo Anidis

SISMIC un marchio di qualità a 5 stelle

SISMIC - Associazione tecnica per la promozione degli acciai sismici per cemento armato - si è costituita all'inizio del 2004. Le imprese aderenti (Acciaierie di Sicilia - Alfa Acciai - Dieffe - Feralpi Siderurgica - Ferriera Valsabbia - Industrie Riunite Odolesi IRO - Leali) producono acciai per c.a. ad alta duttilità (barre, rotoli, reti elettrosaldate e tralicci) e rappresentano circa il 70% del settore nazionale di appartenenza.

L'associazione promuove attività di ricerca, sviluppo e innovazione nel campo dell'intera filiera del calcestruzzo armato, con particolare riguardo agli acciai per cemento armato e ai relativi processi produttivi. Specifica attenzione è dedicata ai temi della duttilità delle strutture in zona sismica e della loro durabilità.

Associata a FINCO e a Federbeton (la Federazione delle associazioni dei materiali e dei manufatti a base cementizia semplici e armati costituitasi nel 2008), è componente della *Consulta per il Calcestruzzo*.

Con le principali associazioni della filiera italiana del c.a. (AITEC, ASSIAD, ATECAP e ASSOBTON) ha ideato e promosso *PROGETTO CONCRETE*, una nuova sfida per far crescere la cultura tecnica del calcestruzzo armato attraverso il miglioramento della qualità dei capitolati e una maggiore conoscenza delle sue caratteristiche tecniche specifiche; tutto ciò anche attraverso la diffusione capillare degli obiettivi delle nuove "Norme tecniche per le costruzioni" che, con l'adozione di precisi livelli di durabilità e la certificazione dei processi di produzione, accrescono ed identificano le responsabilità di tutti i soggetti che partecipano al processo di

costruzione.

IL MARCHIO DI QUALITÀ SISMIC PER L'ACCIAIO DA CALCESTRUZZO ARMATO

Contenuto tecnico e valore aggiunto

L'eccellenza del prodotto, anche ai fini del suo impiego in zona sismica, è garantita dal **Marchio di Qualità Volontario SISMIC**, che assicura all'acciaio per c.a. fondamentali caratteristiche meccaniche e prestazionali in aggiunta a quelle richieste dal DM 2008.

È noto infatti che la sicurezza delle strutture in c.a., soprattutto in zona sismica e per carichi di tipo ciclico, dipende in maniera primaria dalle caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche degli acciai da armatura.

Il prodotto **SISMIC** dispone di certificato di prova di resistenza a **fatica assiale**, certificato di **prova di resistenza a fatica oligociclica** e certificato di prova di **idoneità alla piega e raddrizzamento**. Ogni fornitura di prodotti **SISMIC** è accompagnata da **certificato tipo 3.1** (in accordo alla norma EN 10204).

Inoltre, per evidenziare l'eccellenza dei suoi prodotti, **SISMIC** possiede la certificazione del **sistema di gestione ambientale** in accordo alla norma ISO 14001, il certificato di **controllo radiometrico** in tutte le fasi del processo produttivo e dispone di **copertura assicurativa** connessa al rischio per danni derivanti da prodotto non conforme.

Il marchio **SISMIC** viene rilasciato

a seguito di verifiche ispettive affidate ad IGQ, organismo di certificazione riconosciuto da SINCERT.

L'acciaio marchiato **"SISMIC"** B450C è quindi idoneo ad essere utilizzato in qualsiasi contesto del territorio italiano e per qualsiasi tipo di struttura, nel rispetto del DM 2008 e degli Eurocodici EC 2 ed EC 8.

SISMIC sostiene da sempre la necessità **dell'utilizzo in Italia di un unico tipo di acciaio per tutti gli elementi strutturali** degli edifici.

Pur condividendo, da un punto di vista teorico, la possibilità di utilizzare acciai con prestazioni diverse per una stessa struttura, **SISMIC** sottolinea che da un punto di vista pratico tale possibilità risulta molto pericolosa. Pensare che il progettista possa differenziare l'acciaio tra zona e zona è una libertà difficile da realizzare ma soprattutto da gestire in cantiere da parte della D.L., così come la possibilità di mescolare acciai diversi (ma "esteticamente" uguali) in una struttura può condurre a situazioni non facilmente valutabili in sede di collaudo.

Per questi motivi SISMIC propone al mercato un unico tipo di acciaio per c.a. laminato a caldo ad alta duttilità, il B450C, per tutte le tipologie di prodotto (barre, rotoli, reti e tralicci), in accordo sia con l'EC8 che con il D.M. 14.01.2008



SISMIC

ASSOCIAZIONE TECNICA PER LA
PROMOZIONE DEGLI ACCIAI SISMICI
PER CEMENTO ARMATO

L'Associazione che promuove la sicurezza sismica delle costruzioni



Un marchio come garanzia di qualità



Per una chiara e univoca identificazione del materiale, viene anche applicato ad ogni fascio di barre, ad ogni rotolo, ad ogni pacco di rete e di tralicci il cartellino **SISMIC** (vedi sotto), riportante il nome o il marchio del fabbricante, il tipo di acciaio, il numero di colata, nonché gli elementi necessari per ricondurre il prodotto allo schema di certificazione **SISMIC**.

UNA SOLA DUTTILITÀ PER TUTTO L'ACCIAIO STRUTTURALE AD ADERENZA MIGLIORATA

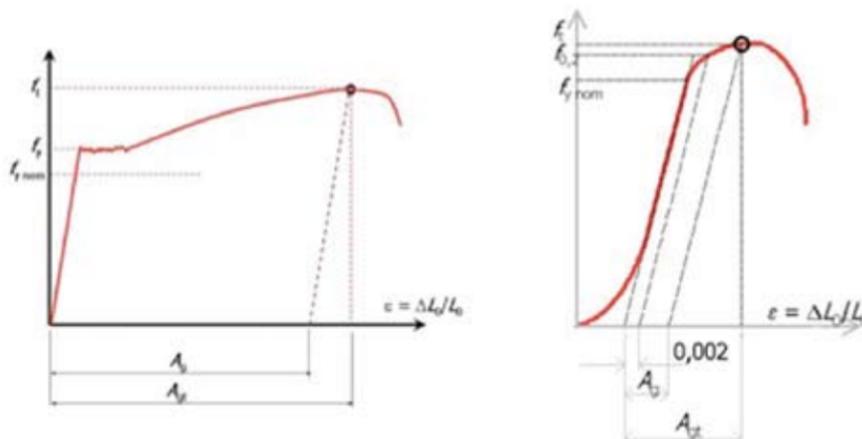


Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio laminato a caldo (B450C)

Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio deformato a freddo (B450A)

Il confronto dei diagrammi tensioni-deformazioni mostra le differenze tra gli acciai laminati a caldo (B450C) e gli acciai deformati a freddo (B450A.)

Caratteristica	D.M. 14.01.2008 B450C	Acciai SISMIC
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa	≥ 450 MPa
Carico di rottura f_t	≥ 540 MPa	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7,5\%$	$\geq 7,5\%$
Allungamento A_5	Non richiesto	Non prevista
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/Re \leq 1,35$	$1,15 \leq R_m/Re \leq 1,35$
Rapporto $f_y/f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale	Non prevista	2 milioni di cicli
Resistenza a fatica oligociclica	Non prevista	3 cicli/sec con deformazione $\pm 4\%$
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Non prevista	Integrità
Controllo radiometrico	Non previsto	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/95

L'Associazione offre a professionisti ed imprese attraverso il proprio sito internet www.assosismic.it un qualificato supporto tecnico; è possibile anche dialogare con il Comitato Tecnico Scientifico attraverso l'indirizzo mail info@assosismic.it.

Edifici esistenti in muratura

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

La muratura, in particolare quella del passato, è un vero e proprio prodotto artigianale, realizzato con materiali, tecniche e sapienza costruttiva anche molto differenti da zona a zona e da edificio a edificio. Da qui la grande varietà qualitativa delle costruzioni murarie: dai manufatti realizzati con buoni materiali e seguendo le "regole dell'arte" alle murature fatte con pietre irregolari, di piccole dimensioni, messe in opera con malta di scarsa qualità e senza curarsi dei collegamenti tra i vari elementi strutturali.

Oggi sappiamo quali sono le zone a maggior rischio sismico e anche quali sono gli edifici più vulnerabili (proprio quelli con le murature più carenti). Sappiamo anche che lo strumento principale per limitare tragedie e lutti futuri è la prevenzione, fatta in tempo di pace, cioè prima che avvenga un sisma, migliorando e rinforzando le costruzioni nelle quali viviamo (e l'ormai prossimo "piano casa" potrebbe costituire per molti una buona occasione per intervenire).

Per l'edilizia privata la prevenzione interessa, prima di tutti, noi stessi. Come fare? 1) bisogna "conoscere" bene l'edificio nel quale viviamo; quale è realmente, sotto all'intonaco o al bel rivestimento, la sua vera "sostanza": tipologia e qualità della muratura, presenza ed efficacia dei collegamenti, interazioni con gli eventuali edifici contigui, etc; 2) individuati i difetti più gravi, occorre eliminarli.

Antonio Borri

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Università di Perugia
Consiglio Direttivo Anidis

Nuove costruzioni in muratura

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Il carattere di una costruzione antisismica in muratura portante va trovato anzitutto nel funzionamento statico dell'elemento murario, poco adatto a sopportare sollecitazioni flessionali. Pertanto la capacità dell'intero edificio di resistere alle azioni sismiche è garantita dal fatto che i singoli elementi portanti siano organizzati in un sistema complesso che risponde attraverso la mutua collaborazione tra parti. In tal modo si aggirano stati tensionali sfavorevoli, evitando di sollecitare la struttura lì dove essa è più debole. Un buon progetto deve partire anzitutto dalla forma: l'edificio, quanto più è compatto, semplice e regolare, tanto meglio si comporta. Inoltre la sua sicurezza è garantita dalla buona qualità dei paramenti murari e dall'esistenza di connessioni efficaci. La realizzazione, tra l'altro, di orizzontamenti il più possibile rigidi nel loro piano e ben ammassati ai maschi, rende efficace la trasmissione degli sforzi tra i diversi elementi verticali.

Le funzioni del rinforzo permettono così di:

- Conseguire un aumento della resistenza a flessione
- Evitare collassi successivi alla fessurazione e mantenere l'integrità della parete nel campo post-elastico
- Contenere fessurazioni indesiderate in condizioni di esercizio, dovute a concentrazioni di tensione.

La possibilità, infine, di utilizzare sistemi di armatura collaborante con gli elementi murari, oggi consentito dalla vigente normativa tecnica, permette di migliorare decisamente il comportamento della costruzione muraria.

Mauro Mezzina

Dipartimento di Scienza dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura
Politecnico di Bari. Consiglio Direttivo Anidis

Gli edifici esistenti in calcestruzzo armato

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

L'impiego del cemento armato nell'edilizia corrente, ha sempre risolto problemi di economicità, velocità e semplicità di esecuzione, igienicità e declinazione alle applicazioni più varie. L'apice del successo, praticamente incontrastato e incondizionato, è stato raggiunto a partire dagli anni 50 del secolo scorso: le antiche costruzioni vengono sistematicamente abbandonate a favore di un modello abitativo e costruttivo più sicuro e funzionale. Purtroppo, in questa troppa rapida ascesa vanno in parte ricercate le ragioni di un parziale fallimento: la frenesia speculativa, unita ad una eccessiva fiducia nella standardizzazione del processo costruttivo, hanno portato in effetti a disattendere la qualità ed accuratezza dell'opera, riducendo così drammaticamente le prestazioni e la durevolezza dei manufatti.

Gli aspetti in cui sono da ricercare le cause

della vulnerabilità di un edificio esistente in c.a. sono molteplici e non tutti facilmente individuabili. Essi sono anzitutto nascosti nella generalmente scarsa qualità dei calcestruzzi impiegati nelle costruzioni civili, specie con riferimento all'edilizia corrente. Indagini svolte in tal senso hanno sempre purtroppo rivelato una realtà impietosa, che alle volte dà ragione di alcuni crolli altrimenti ritenuti inspiegabili.

Ma la principale causa dell'elevata vulnerabilità dell'edilizia esistente in calcestruzzo è da ricercare proprio nella stessa progettazione strutturale, fondata nella maggior parte dei casi su una concezione non adeguata a resistere all'azione sismica.

Infatti spesso gli edifici presentano un'orditura resistente di telai in una sola direzione, con totale assenza di strutture controventanti in direzione ortogonale. Tale circostanza, derivante da una concezione

resistente unicamente alle azioni verticali, rende particolarmente vulnerabile all'azione sismica questa categoria di edifici.

Infine, ultimo, ma non ultimo, il problema della distribuzione plano-altimetrica delle tamponature, le quali, specie se realizzate con materiali pesanti possono fortemente condizionare la risposta alle azioni sismiche.

L'assenza di tamponature in corrispondenza di un intero piano (come nei piani *pilotis*) ha causato in passato numerosi crolli per meccanismo di *piano debole*. Le azioni che possono essere compiute nella direzione della riduzione della vulnerabilità strutturale hanno ormai raggiunto elevatissimi livelli di efficacia. Le tecniche e le tecnologie moderne possono aiutare il proprietario ad affrontare correttamente ed a risolvere tutti i problemi derivanti da una scarsa efficienza strutturale nei

confronti del sisma. L'impiego di materiali innovativi può rendere poco invasivi e altamente efficaci gli interventi di recupero/consolidamento di elementi strutturali o di intere parti dell'edificio. In definitiva la consapevolezza di poter combattere in maniera adeguata il terremoto deve entrare a far parte del bagaglio di conoscenze degli operatori, a tutti i livelli e responsabilità. Tale consapevolezza, unita ad un'efficace politica di prevenzione deve contribuire a rendere finalmente adeguato al rischio esistente sul territorio italiano il nostro patrimonio edilizio.

Mauro Mezzina

Dipartimento di Scienza dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura
Politecnico di Bari
Consiglio Direttivo Anidis

Calcestruzzo armato e sismicità

Soprattutto dopo i tragici eventi de L'Aquila sui giornali sono apparse le più diverse dichiarazioni sulla capacità dei singoli materiali da costruzione a rispondere efficacemente alle sollecitazioni di un terremoto. Al di là delle tante imprecisioni, banalità e in qualche caso anche sbagliate affermazioni che si sono succedute credo valga la pena di tornare a ribadire alcuni concetti basilari da sempre sostenuti dall'ATECAP. L'unica vera differenza che va fatta quando si parla di un'opera realizzata in calcestruzzo armato riguarda se sono state rispettate o meno le regole che precisano quale tipo di calcestruzzo deve essere prescritto per quella specifica opera (tenuto conto anche della localizzazione), come deve essere prodotto e come deve essere messo in opera.

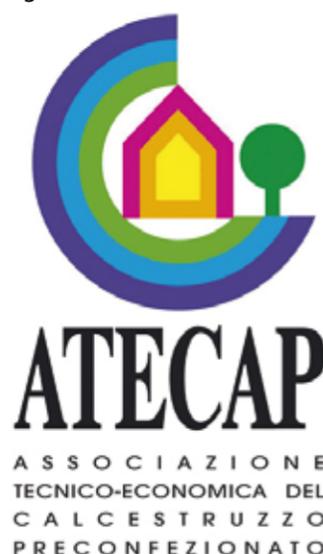
È questo il punto fondamentale anche nel caso delle zone a rischio terremoto. Tutti i professionisti del settore sono d'accordo su questa tesi. Non esistono infatti calcestruzzi specificamente adatti ad aree sismiche, ma solamente calcestruzzi ben progettati e realizzati e per questo in grado di resistere alle sollecitazioni di terremoti anche di forte entità. Lo dimostrano le soluzioni adottate in tutto il mondo e che danno quotidianamente la prova di quanto efficacemente rispondano ai terremoti le strutture in calcestruzzo armato.

In questi Paesi si è però da tempo compiuto un passo fondamentale che in Italia stenta ancora ad affermarsi compiutamente. In primo luogo la produzione di calcestruzzo deve essere assimilata a quella di qualsiasi altro prodotto industriale per usi strutturali e, in quanto tale, sottoposta alle verifiche e ai controlli che ne garantiscono l'affidabilità. Le Norme Tecniche per le Costruzioni hanno il grande merito di aver finalmente introdotto questo concetto. Dal 1° luglio 2009 pertanto tutti i calcestruzzi utilizzati per fini strutturali devono provenire da impianti sottoposti al controllo di soggetti terzi specializzati in questo campo e appositamente abilitati a ciò da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

L'altro aspetto di fondamentale importanza in questo campo riguarda l'attività di controllo sulle forniture e sulla posa in opera dei calcestruzzi. È questo un compito, affidato alle Direzioni Lavori, che se viene a mancare rischia di vanificare l'intero ciclo produttivo. Come spesso si sente dire l'Italia è un paese molto normato ma poco controllato. In altri termini esistono le norme ma troppo spesso accade che non siano rispettate. Contro questo stato di cose che comporta rischi altissimi per la stessa vita umana, perché ci si riferisce a opere quotidianamente

utilizzate da tutti noi, occorre prendere posizione.

L'ATECAP lo ha fatto con grande chiarezza sostenendo nei fatti di voler rappresentare solo imprese in regola con le norme e chiedendo il rispetto dei doveri che competono a tutti i diversi operatori, pubblici e privati, che intervengono nella progettazione, produzione e posa in opera di calcestruzzo.



Fabio Biasuzzi

Presidente ATECAP (Associazione Tecnico-Economica del Calcestruzzo Preconfezionato)

Durabilità e sicurezza nell'antisismica

I recenti e tragici fatti avvenuti in Abruzzo, hanno attirato l'attenzione sull'importanza della qualità dei materiali utilizzati nelle costruzioni.

Per questo Holcim, leader mondiale nella produzione di materiali da costruzioni quali cemento, aggregati e calcestruzzi, ha voluto condividere la propria esperienza e il proprio know-how per sottolineare gli aspetti fondamentali al fine di ottenere opere resistenti anche ai fenomeni sismici.

Purtroppo in Italia c'è ancora una cultura del costruire orientata a un risparmio sul calcestruzzo, che lo rende, inevitabilmente, di scarsa qualità. In realtà l'utilizzo del calcestruzzo armato per la realizzazione delle opere edili non è sconsigliato per combattere eventi eccezionali quali terremoti, a patto che sussista un'adeguata progettazione antisismica, completa di corrette scelte strutturali, adeguate valutazio-

ni costruttive, corretta disposizione e quantità di armature trasversali e longitudinali, opportuni ancoraggi trave/pilastro e una corretta valutazione degli stati limite. Il solo materiale da costruzione, se pur di ottima qualità, non può bastare.

Un aspetto di fondamentale importanza è la durabilità intesa come la conservazione nel tempo di tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali utilizzati e delle strutture con essi realizzate.

Occorre utilizzare adeguatamente i materiali da costruzione per una durabilità dell'opera finale: questo è il concetto principale delle Norme tecniche per le Costruzioni del 2008. Il controllo dell'esecuzione dell'opera, la verifica dei materiali da costruzione utilizzati e la definizione chiara delle responsabilità, fanno da complemento importante per la corretta realizzazione dell'opera.

Il concetto di durabilità è strettamente legato alla sicurezza, che deve essere garantita e mantenuta per tutta la vita d'esercizio dell'opera. Ecco che allora un buon calcestruzzo confezionato a regola d'arte, in rispetto di tutti i criteri e vincoli normativi riportati dalle disposizioni legislative, diventa partner sicuro e affidabile anche nella realizzazione di opere antisismiche.

Un calcestruzzo ben progettato e confezionato utilizzando un corretto rapporto a/c, e posto in opera in maniera adeguata, ben protetto nelle prime fasi di maturazione, evita la corrosione delle armature metalliche che, non venendo intaccate dalla ruggine, possono svolgere il loro lavoro più a lungo nel tempo. Già solo questo aspetto consente una maggior resistenza della struttura anche in caso di un evento forte come il sisma.

In tema di resistenza sismica, i calcestruzzi fibro-rinforzati rappresentano sicuramente una delle innovazioni più importanti nell'ambito dei calcestruzzi di qualità per applicazioni strutturali. L'impiego di fibre nel calcestruzzo migliora la prevenzione della fessurazione e della sua propagazione, rendendo il conglomerato cementizio duttile, cioè capace di sopportare carichi maggiori anche dopo l'insorgere di fessurazioni. Il calcestruzzo fibro-rinforzato, assumendo un comportamento duttile e

tenace, evita il completo crollo della struttura. Le fibre metalliche inserite nella matrice cementizia del calcestruzzo fungono da "graffette" di cucitura tra i lembi di una possibile fessura generata anche da sforzi di torsione e/o taglio tipici di eventi sismici.

Nella filiera della produzione del calcestruzzo, anche il cemento ricopre un ruolo importante.

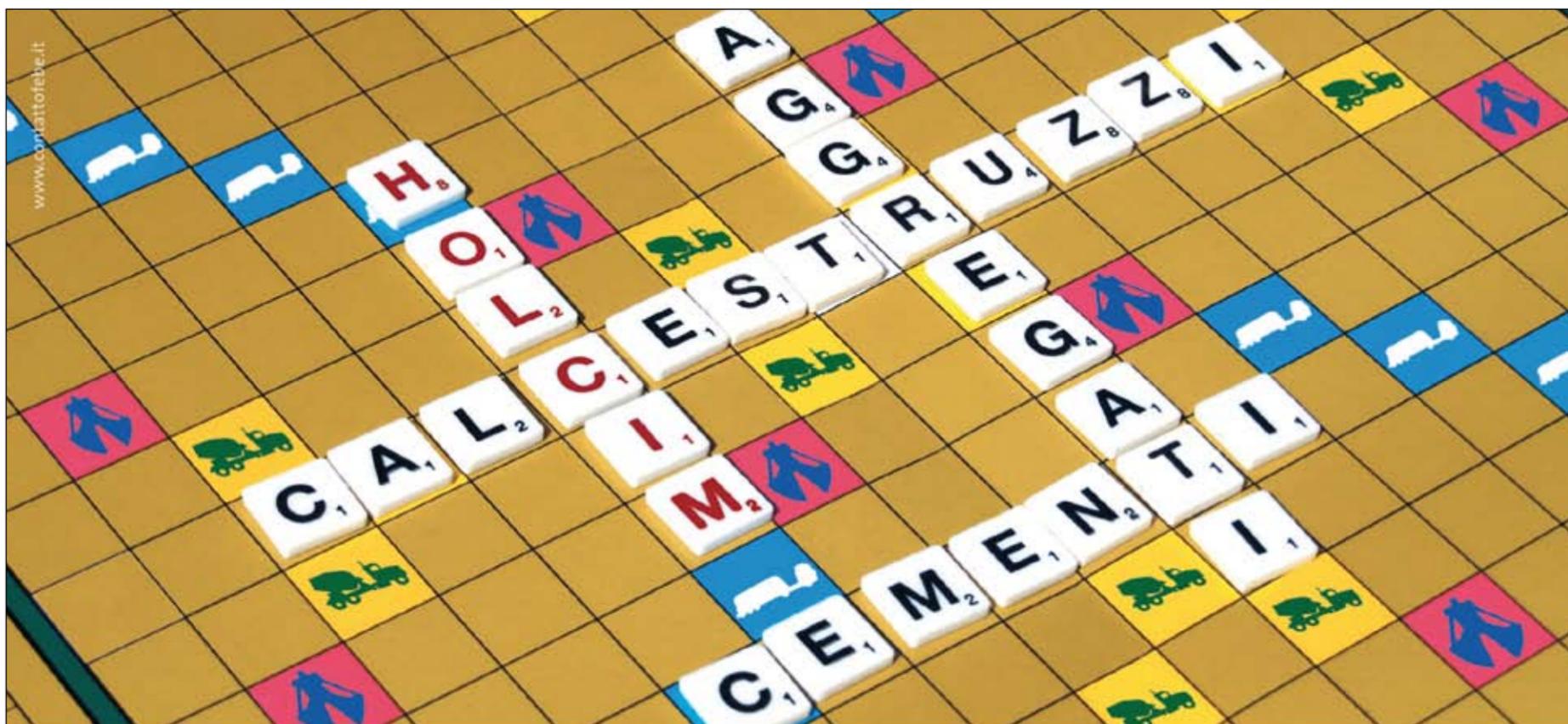
Varie tipologie e classi di resistenza offrono al progettista diverse possibilità di scelta per abbinare il cemento più idoneo all'opera da realizzare e alle sue caratteristiche di resistenza e durabilità. La produzione del cemento Holcim avviene secondo i più rigidi controlli di qualità affinché il prodotto finito abbia i requisiti necessari a garantire le migliori prestazioni.

Ma Holcim prende anche in considerazione il corretto utilizzo dei prodotti, offrendo ai clienti e ai progettisti un accurato servizio di assistenza tecnica pre e post vendita con l'obiettivo di garantire ulteriormente la qualità attraverso un supporto nella valutazione e nella scelta del cemento più idoneo per soddisfare le specifiche esigenze progettuali e applicative.

www.holcim.it



Holcim

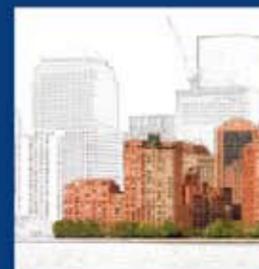


Scegli la combinazione vincente!

Cementi, aggregati e calcestruzzi di qualità elevata e certificata uniti per garantire le migliori soluzioni ad ogni esigenza progettuale ed applicativa. Un'offerta di prodotti arricchita con servizi dedicati, tecnologie all'avanguardia, esperienza pluriennale ed internazionale ed una consulenza ad hoc.

Scegli un partner di fiducia per vincere la tua partita sul mercato. Scegli Holcim!

www.holcim.it



Prodotti di qualità, servizi di elevato livello.

Le costruzioni in legno

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Il legno è considerato un materiale vantaggioso per la costruzione in zona sismica in virtù della massa volumica ridotta rispetto alla capacità portante, con rapporti massa/resistenza simili a quelli delle strutture di acciaio piuttosto che a quelle in calcestruzzo. Ciò significa che le sollecitazioni agenti su una costruzione lignea in caso di sisma, essendo proporzionali alla massa della costruzione stessa, risultano di molto inferiori.

D'altra parte le strutture in legno risultano generalmente più flessibili di strutture analoghe, realizzate a esempio in calcestruzzo armato o in muratura: questo si rivela essere un ulteriore vantaggio, in quanto una struttura flessibile è meno "sensibile" alle sollecitazioni di origine dinamica derivanti da una eccitazione sismica.

Tuttavia il legno presenta sicuramente caratteristiche sfavorevoli legate all'intrinseca fragilità del materiale, almeno nel caso di sollecitazioni di trazione. Si deve osservare però che l'edificio in legno non è mai un corpo monolitico, ma è formato da diversi elementi (travi, pareti, solai), uniti tra di loro attraverso connessioni meccaniche. Tali collegamenti, se ben progettati ed ese-

guiti, possono dare un contributo estremamente favorevole al comportamento globale dell'edificio, grazie alle deformazioni plastiche degli elementi metallici ed all'attrito tra le superfici di contatto, consentendo di dissipare notevoli quantità di energia sviluppata durante il terremoto.

Queste affermazioni sono ampiamente provate sia da recenti studi effettuati sui moderni edifici in legno, sia dall'osservazione del comportamento delle strutture esistenti durante i passati eventi sismici. Molte costruzioni in Giappone e in Cina, soprattutto templi, hanno resistito indenni a molti eventi sismici presentando parecchi secoli di vita. Un esempio per tutti: la Pagoda di Sakyamuni, nella contea di Yingxian (provincia di Shanxi), che con i suoi 67 metri di altezza e una realizzazione totalmente in legno (ivi compresi i nodi di collegamento tra le diverse parti) vanta più di 950 anni di vita. Nell'ambito di una recente ricerca di CNR-Ivalsa (progetto Sofie), un edificio in scala reale di 7 piani e 24 metri di altezza, realizzato con struttura a pannelli di legno e provato su tavola vibrante, ha resistito ottimamente a un sisma di magnitudo 7,2 della scala Richter,

pari al terremoto di Kobe che nel 1995 in Giappone provocò la morte di oltre seimila persone. Tali ottime prestazioni sono riconosciute, già da alcuni anni, anche a livello di normative internazionali che di normative europee armonizzate, e quindi applicabili anche in Italia. I recenti sviluppi nella tecnica costruttiva e il mercato hanno imposto in Europa due principali sistemi per la realizzazione di edifici civili, utilizzando pannelli di legno con struttura di legno massiccio o con struttura a telaio. Per quanto riguarda gli edifici intelaiati, essi sono molto diffusi soprattutto nel mondo anglosassone.

L'ossatura portante, con montanti disposti a distanza piuttosto ravvicinata (il telaio di legno appunto), viene rivestita con pannelli lignei di ridotto spessore, impiegando semplici mezzi di collegamento quali chiodi, cambrette, viti, bulloni. Le costruzioni di tipo massiccio, che utilizzano pannelli di tavole incrociate, sono sistemi di recente introduzione, con buone possibilità di sviluppo in Europa, grazie a diversi fattori quali l'eccellente stabilità di forma dei pannelli, il basso costo di produzione e l'avanzato grado di industrializzazione

e prefabbricazione a livello produttivo, la rapidità di montaggio. Si tratta di opere caratterizzate da elementi massicci piani multistrato con funzione portante, realizzati tramite sovrapposizione di strati incrociati di tavole, uniti tra loro mediante incollaggio o mediante mezzi meccanici di unione.

Ambedue i sistemi presentano caratteristiche molto interessanti per una costruzione molto competitiva rispetto a costruzioni "tradizionali" in muratura e cemento armato. Infine si deve ricordare il fatto che, in caso di sismi di elevata intensità, l'edificio in legno è uno dei più adatti a essere facilmente riparato. Sostituendo le parti e le connessioni danneggiate è quasi sempre possibile recuperare la sua portanza e renderlo nuovamente utilizzabile, consentendo di recuperare il patrimonio edilizio altrimenti distrutto dall'evento naturale.

Maurizio Piazza
Roberto Tomasi

Dipartimento Ingegneria Meccanica e Strutturale,
Università degli Studi di Trento
Anidis

Le strutture di legno e il terremoto

"I tragici avvenimenti di quest'anno in Abruzzo hanno portato all'attenzione il tema della sicurezza sismica - spiega Paolo Ninatti, presidente di Assolegno, l'Associazione di FederlegnoArredo che riunisce le industrie prima lavorazione e costruzioni in legno. Gli edifici di legno sono passati agli onori della cronaca; se ciò è positivo, perché porta alla ribalta un materiale le cui qualità sono da tempo note agli addetti ai lavori ma poco alla gente comune, dall'altra parte il rischio è di generare la convinzione che le case di legno siano le "casette" che si vedono spesso nei giardini. È allora più che mai necessario chiarire le caratteristiche di questo materiale e delle costruzioni in legno".

Il primo aspetto da spiegare è che non ha alcun senso parlare di materiali antisismici, ma di strutture ben progettate in grado di resistere al "terremoto di progetto" per il sito in cui verranno realizzate. E questo, teoricamente, è possibile con qualsiasi materiale da costruzione. Come spiegano Maurizio Follesa e Marco Pio Lauriola di Timber Engineering e StudioDeda, esistono però dei materiali particolarmente adatti a realizzare edifici resistenti alle azioni sismiche e in grado di subire danni minimi e facilmente

riparabili anche a seguito di terremoti catastrofici. È il caso del legno: strutture realizzate con materiali leggeri come il legno hanno masse ridotte e quindi sono interessate da forze sismiche minori. Per resistere a tali forze, inoltre, le strutture devono possedere delle adeguate riserve di resistenza e da questo punto di vista il legno strutturale non soffre certo di "complessi di inferiorità" rispetto ad altri materiali da costruzione. Inoltre, le strutture rigide sono interessate da forze sismiche maggiori rispetto alle strutture flessibili e deformabili come le strutture di legno.

Esiste poi un'altra proprietà, ossia la duttilità e la capacità di una struttura di dissipare l'energia trasferita dal sisma attraverso lo sviluppo di deformazioni in campo non lineare. Nelle strutture di legno - continuano Maurizio Follesa e Marco Pio Lauriola - è possibile raggiungere elevati livelli di duttilità grazie all'utilizzo di connessioni meccaniche con elementi metallici che collegano i vari elementi strutturali di legno.

Queste caratteristiche rendono le strutture di legno adatte alla realizzazione di edifici anche di molti piani, che dimostrano un ottimo comportamento nei confronti dei

terremoti. I risultati delle prove sperimentali anche recenti ne sono solo un'ennesima conferma. Occorre semmai accelerare il processo di aggiornamento delle normative ai più recenti risultati della ricerca e della tecnica. Le costruzioni di legno sono pienamente contemplate dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni, tuttavia per alcuni sistemi costruttivi mancano indicazioni sui metodi di calcolo e sui particolari costruttivi da realizzare. Ciò ne ostacola la piena diffusione.

Il riconoscimento normativo, lo sviluppo della tecnica e della ricerca e la realizzazione di progetti esemplari stanno finalmente portando a considerare il legno come un materiale strutturale al pari di altri. Se a questo sommiamo tutti gli altri vantaggi delle costruzioni di legno, prima fra tutte l'estrema velocità di realizzazione, diventa facile comprendere come il legno non sia solo un materiale da costruzione naturale e rinnovabile, ma prima di tutto sicuro, economico e affidabile.

Paolo Ninatti

Presidente Assolegno di Federlegno Arredo

Un'esperienza all'avanguardia: il condominio di legno



Casa SPA, la società che progetta, realizza e gestisce il patrimonio di edilizia pubblica di 33 comuni dell'area fiorentina, ha intrapreso la progettazione di un intervento che prevede la realizzazione di tre edifici di cui due a destinazione residenziale, 6 e 4 piani, destinati ad ospitare complessivamente 45 alloggi per una superficie calpestabile totale complessiva di 4400 m², e un terzo a destinazione pubblica per una ludoteca che si sviluppa su due piani per circa 600 m², d a costruire nell'area Ex Longinotti, in Viale Giannotti a Firenze.

Il progetto, cofinanziato dal Comune di Firenze, da Casa SPA e dal Ministero delle Infrastrutture, afferisce al DM delle Infrastrutture e Trasporti 16 marzo 2006 "Per la riduzione del disagio abitativo dei conduttori di immobili assoggettati a misure esecutive di rilascio" e, come previsto dal programma ministeriale ed in piena attuazione delle politiche sull'edilizia sostenibile della Regione Toscana, è stato scelto

un sistema costruttivo innovativo, ossia il sistema costruttivo a pannelli portanti di legno massiccio a strati incrociati.

Per l'edificio di 6 piani in particolare la costruzione verrà realizzata mediante:

- fondazioni e piano interrato con strutture di calcestruzzo armato;
- 6 piani fuori terra con strutture interamente di legno (pareti, solai di interpiano e copertura, scale e vani ascensore) e collegamenti di acciaio;
- finiture tradizionali con intonaco e pannelli di rivestimento di legno-cemento all'esterno e pannelli di cartongesso per le pareti interne, pavimentazioni in ceramica e controsoffitti di cartongesso.



Figura 1: Prospetto edificio a 6 piani e 39 alloggi - Affaccio su Piazza Artusi

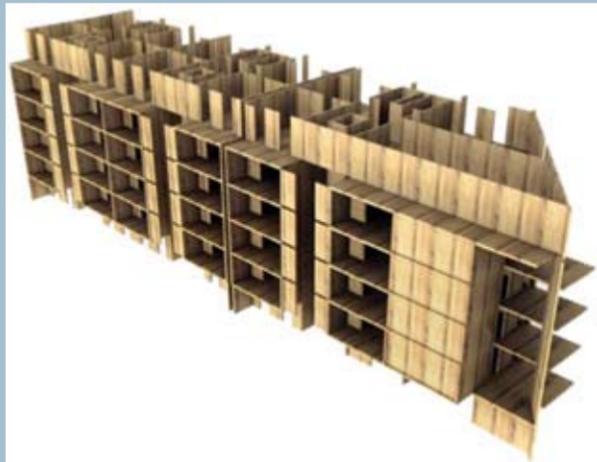


Figura.2: Schema delle strutture in pannelli di legno massiccio di un edificio di 6 piani in progetto a Firenze.

L'edificio si presenterà nel suo aspetto definitivo come un moderno edificio, particolarmente curato dal punto di vista architettonico e perfettamente integrato nel contesto urbanistico circostante, nel quale il rivestimento esterno (cappotto con intonaco e parete ventilata) coprirà le strutture di legno, lasciate a vista per testimonianza solamente all'interno del front-office al piano terra, dietro un rivestimento in vetro. Mantenendo lo stesso livello di sicurezza e di prestazioni termoacustiche si attendono dei vantaggi davvero significativi:

- tempi di realizzazione nettamente più rapidi, grazie alla costruzione completamente a secco;
- impatto ambientale decisamente minore in termini di emissioni di CO₂, consumi di energia e uso di materie prime.

Il primo aspetto assume una importanza fondamentale per effettuare una valutazione comparativa dei costi di costruzione rispetto a soluzioni tradizionali. La riduzione dei tempi di cantiere infatti è un obiettivo primario di molti operatori, che già consente significative economie in termini finanziari e che in futuro porterà a costi necessariamente più bassi. Il progetto sarà completato, in considerazione del carattere sperimentale dell'intervento, secondo requisiti particolarmente ambiziosi e severi, definiti dalla committenza, ben superiori rispetto ai valori minimi di legge, con particolare riferimento alla resistenza al fuoco, all'azione sismica, alla classificazione energetica e ai requisiti di isolamento acustico. Il tema della sicurezza sismica dell'edificio in particolare, è stato sin dalle prime fasi di progettazione dominante rispetto agli altri aspetti, ben prima che i tragici avvenimenti di quest'anno lo rendessero di scottante attualità. La sfida è stata tripla. Non si conoscono infatti attualmente al mondo realizzazioni di edifici a struttura di legno di queste dimen-

sioni e con questo sistema costruttivo in zona sismica. In secondo luogo, l'essere partiti da una soluzione architettonica inizialmente pensata per un sistema intelaiato in calcestruzzo armato, con soluzioni strutturalmente impegnative (il corpo dell'edificio che va dal piano primo al quinto che sporge a sbalzo su due fronti rispetto al piano terra per poi riprendere la stessa configurazione planimetrica all'ultimo piano) ha reso ancora più impegnativa la

progettazione. Infine la attuale carenza di indicazioni sia progettuali che costruttive sul sistema costruttivo all'interno delle normative sia italiane che europee, ha reso necessario uno sforzo maggiore in fase di progettazione per ricavare e motivare le scelte progettuali e i metodi di calcolo adottati al fine di garantire il pieno rispetto dei requisiti di sicurezza previsti dalla normativa in vigore. Il sistema scelto per la costruzione del condominio in legno è un sistema costruttivo di recente sviluppo, che tuttavia si sta già imponendo in tutta Europa come il sistema più utilizzato per la realizzazione di edifici multipiano in legno (nel 2008 è stato realizzato un edificio di nove piani a Murray Grove nel quartiere di Islington a Londra, zona non sismica) e che, come testimoniato dai risultati delle recenti ricerche effettuate in merito nel nostro paese, alle naturali doti di leggerezza, resistenza e flessibilità di tutti i sistemi costruttivi in legno unisce un eccellente livello di duttilità, capacità di dissipazione di energia e sicurezza nei confronti delle azioni sismiche.

Proprio al fine di aumentare il livello di duttilità dell'intera struttura è stato previsto di realizzare le pareti mediante pannelli di larghezza contenuta collegati fra loro mediante giunti verticali realizzati con pannelli multistrato e viti auto-foranti. Questa soluzione, a differenza della realizzazione delle pareti con un unico pannello già dotato di aperture per porte e finestre, consente di ottenere oltre ad un miglior comportamento strutturale dell'edificio nei confronti del terremoto, una maggiore praticità e velocità durante le fasi di trasporto e montaggio dell'edificio. Le caratteristiche di non regolarità strutturale dell'edificio hanno reso necessaria una analisi mediante una modellazione

dinamica in campo lineare. L'edificio è stato dapprima predimensionato mediante una analisi statica lineare, assumendo in prima battuta e in assenza dei risultati di una analisi modale che consentisse di valutare il periodo fondamentale di vibrazione, il valore massimo dell'ordinata dello spettro di progetto. Il dimensionamento preliminare mediante l'analisi statica lineare ha consentito di progettare gli elementi costruttivi in legno e i collegamenti meccanici fra i vari componenti strutturali. Per la valutazione del fattore di struttura, in assenza di precise indicazioni normative per la tipologia

strutturale considerata sono stati presi in considerazione i risultati di ricerche recentemente effettuate in Italia e riportati in vari articoli scientifici.

Mediante i risultati del predimensionamento è stato quindi realizzato il modello dell'edificio per l'analisi dinamica. In considerazione dell'importanza dell'intervento sono stati preparati tre modelli distinti, analizzati mediante tre software diversi agli elementi finiti.

Gli edifici sono stati modellati schematizzando, oltre ai componenti strutturali in legno, tutti gli elementi di connessione meccanica con le loro caratteristiche di resistenza e rigidità. L'azione sismica è stata calcolata considerando l'edificio in Classe IV secondo il DM 14/01/2008, ossia costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti anziché in Classe II, come previsto per gli edifici per civile abitazione, quindi prevedendo una condizione notevolmente più gravosa rispetto a quella cogente.

Il progetto è attualmente nella fase esecutiva e il cantiere inizierà nel 2010.

Sono state pienamente rispettate le indicazioni contenute nelle "Linee guida per l'edilizia sostenibile" della Regione Toscana e per la progettazione è stato fatto riferimento alle "Linee guida per l'edilizia in legno" pubblicate sempre dalla Regione Toscana nel 2009 che hanno costituito un valido ed efficace strumento di supporto.

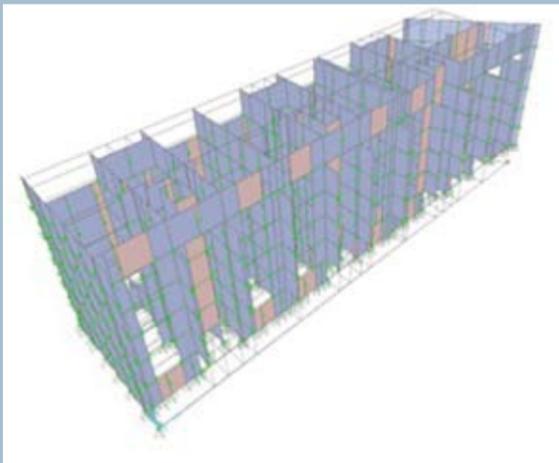


Figura.3: Modello di calcolo dell'edificio per l'analisi dinamica.



Figura.4: Prospetto edificio di 2 piani destinato ad ospitare la nuova ludoteca di Piazza Bartali

SCHEDA TECNICA INTERVENTO

Committente:	Casa SPA
Ubicazione	Viale Giannotti, Firenze
Dati tecnici	
Sistema costruttivo:	Pannelli portanti a strati incrociati
Responsabile Unico del Procedimento:	Arch. Vincenzo Esposito – Direttore Generale Casa SPA
Progetto architettonico:	Arch. Marco Barone – Casa SPA Prof. Arch. Carlo Canepari Arch. Matteo Canepari
Progetto strutturale:	Ing. Lorenzo Panerai – Casa SPA
Progetto strutture di legno	Legnopiù srl – Ing. Maurizio Martinelli Timber Engineering – Ing. Maurizio Follesa, Ing. Marco Pio Lauriola Ing. Lorenzo Panerai – Casa SPA
Progetto impianti	Ing. Dimitri Celli – Casa SPA
Coordinamento della sicurezza	Arch. Rosanna De Filippo – Casa SPA
Progetto termo-acustico	Geom. Stefano Cappelli – Casa SPA

Chi siamo:

Casa S.p.A.

È la società, partecipata dai 33 Comuni dell'area fiorentina, di progettazione, realizzazione e gestione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica. Gestisce circa 12.000 alloggi e.r.p. e attualmente ha in corso di programmazione, progettazione e realizzazione interventi di nuova costruzione, recupero edilizio e manutenzione straordinaria per circa 3.300 alloggi. L'intera attività costruttiva della società è da tempo incentrata su criteri di eco-compatibilità e di efficienza energetica. Oltre ottanta alloggi e attrezzature pubbliche, attualmente in costruzione, su cinque interventi, hanno ricevuto il sostegno finanziario della Regione Toscana ex delibera G.R. 227/2007 "Distretti energetici ad altissima efficienza energetica", con la realizzazione di alloggi sociali e attrezzature con un fabbisogno energetico ridotto del 50% rispetto al valore limite previsto dalla normativa che entrerà in vigore nel 2010 (indice termico di 23-25 kWh/mq. anno, classe "A" secondo la classificazione Casa Clima Bolzano). Sempre nel campo dell'efficienza energetica, la società fornisce ai Comuni Soci servizi integrati di analisi e diagnostica strumentale del comportamento energetico dei fabbricati e progetta e realizza i conseguenti interventi di efficientamento energetico, completi del piano economico-finanziario e della ricerca dei finanziamenti in sede regionale, nazionale ed europea.

CASA S.p.A. ha recentemente completato il primo lotto del programma "OUT amianto IN fotovoltaico" su 12 fabbricati e.r.p. di proprietà dei Comuni dell'area fiorentina, con la sostituzione di oltre 9.000 mq di coperture contenenti cemento-amianto e l'installazione di oltre 6.000 mq di pannelli fotovoltaici, con una produzione annua di 920.000 KWH di energia elettrica, una riduzione annua di 488 tonnellate di emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera ed un investimento di 5.600.000 euro.

Per ulteriori informazioni consultare il sito www.casaspa.it.

Scheda tecnica Casa S.p.A.:

SOCI

33 Comuni del LODE Fiorentino

CONSIGLIO D'AMMINISTRAZIONE

Presidente – Giovanni Pecchioli

Consiglieri: Pietro Barucci, Alessandro Bolognesi, Mauro Pratesi, Rolando Sorri

DIPENDENTI

73

PATRIMONIO GESTITO

12.000 alloggi

100 unità immobiliari non residenziali in locazione

VOLUME D'AFFARI

Valore della produzione 34 milioni di Euro

di cui 27 milioni di Euro per

attività svolta per conto dei

Comuni



Casa S.p.A.
Via Fiesolana 5 – 50122 Firenze
Tel. 055.226241 – Fax 055.22624269
E-mail: info@casaspa.it
Sito internet: www.casaspa.it



L'isolamento sismico. Una soluzione semplice ed efficace contro il terremoto

I dispositivi antisismici di Alga assorbono le scosse e salvaguardano le strutture

L'isolamento sismico è una tecnologia che permette di incrementare grandemente la resistenza delle strutture al terremoto riducendo anziché aumentando la loro rigidità. A differenza di tutti gli altri sistemi esso permette di proteggere non solo la struttura in se stessa ma anche tutte le parti non strutturali ed il contenuto. Ciò è di fondamentale importanza per minimizzare o cancellare del tutto i costi di riparazione dopo il terremoto e per mantenere inalterata l'attività che all'interno della struttura viene svolta (si pensi ad esempio agli ospedali e ad altri edifici di pubblica utilità). Gli isolatori sismici in caso di terremoto attuano una delle strategie seguenti o, più frequentemente una combinazione delle stesse:

- Attraverso uno spostamento del periodo proprio di vibrazione della struttura filtrano le frequenze più dannose contenute in un terremoto, impedendo loro di penetrare all'interno della struttura stessa.
- Dissipano una parte dell'energia contenuta nel terremoto trasformandola in calore.

Durante un terremoto gli isolatori disaccoppiano la struttura dal terreno e fanno sì che questa possa oscillare dolcemente



Dispositivo Alga per Tokyo Haneda - Il giunto più grande del mondo

indipendentemente dalle vibrazioni del terreno. Ciò comporta ovviamente degli spostamenti relativi fra struttura e terreno la cui entità dipende dal grado di sismicità della zona. Nelle zone sismiche italiane lo spostamento può raggiungere i 300 mm mentre in Giappone, California o Turchia esso può anche superare il mezzo metro. Durante un terremoto all'interno di un edificio isolato si possono avere accelerazioni dell'ordine di un decimo di quella di gravità (esse sono paragonabili a quelle che si hanno su di un treno in frenata) mentre in un edificio non isolato tali valori possono essere anche dieci volte superiori e causerebbero la distruzione di tutto ciò che all'interno dell'edificio si trova.

Gli isolatori antisismici più frequentemente adottati possono essere distinti in due categorie:

- Isolatori elastomerici. Sono costituiti da strati di materiale elastomerico alternati a piastre d'acciaio in modo da conferire all'isolatore un'elevata rigidità e portata per i carichi verticali ed un'elevata flessibilità per i carichi orizzontali. Molto frequentemente la gomma impiegata ha elevate caratteristiche dissipative. In alternativa gli isolatori contengono al loro interno uno o più nuclei di piombo, un metallo che ha la proprietà di dissipare notevoli quantità di energia.
 - Isolatori a pendolo scorrevole. Essi sono il frutto della più aggiornata tecnologia e sono caratterizzati dalle seguenti proprietà peculiari:
 - Permettono lo spostamento relativo della struttura rispetto alle fondazioni secondo una superficie sferica.



Una fase di produzione dei dispositivi antisismici per il Progetto CASE all'Aquila

- Il raggio di curvatura della superficie sferica determina il periodo proprio di vibrazione della struttura.
- Il periodo proprio è indipendente dalla massa della struttura.
- L'attrito della superficie di scorrimento determina lo smorzamento viscoso equivalente.
- Poiché la loro rigidità è proporzionale alla massa sovrastante il baricentro delle rigidità coincide sempre con quello delle masse e pertanto non si hanno mai fenomeni di rotazione della struttura attorno all'asse verticale.
- Sono auto-ricentranti dopo un evento sismico.

Gli isolatori a pendolo scorrevole ALGAPEND sviluppati da ALGA si basano

sull'impiego di una serie di materiali di scorrimento denominati XLIDE®, frutto di una ricerca effettuata in collaborazione col Politecnico di Milano e coperti da brevetto internazionale. Questi materiali sono caratterizzati dalla costanza dell'attrito e da una grande resistenza al calore: qualità essenziale per resistere all'incremento di temperatura che la dissipazione di energia genera durante un terremoto.

Le proprietà peculiari degli isolatori antisismici a pendolo scorrevole li ha fatti preferire per il progetto di ricostruzione di L'Aquila, il progetto C.A.S.E. col quale si appronteranno in pochi mesi alloggi simicamente isolati per 13.000 persone: probabilmente il più grande progetto di edifici simicamente isolati del mondo.

ALGA sta fornendo per questo progetto ben 4.000 isolatori a pendolo scorrevole, la maggior parte di quelli previsti.



Schema tipico di un'unità abitativa del progetto C.A.S.E. a L'Aquila. Il progetto prevede la realizzazione di 150 unità abitative che ospiteranno 13.000 persone, simicamente isolate con l'impiego di 6000 isolatori a pendolo scorrevole. È probabilmente il più grande progetto di isolamento sismico al mondo.

Una casa a prova di scossa

La nuova frontiera dell'edilizia:

costruire antisismico è semplice e conviene

L'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo e rispetto ad altri Paesi, come la California o il Giappone, nei quali la pericolosità è anche maggiore, ha una vulnerabilità molto elevata, per la notevole fragilità del suo patrimonio edilizio, nonché del sistema infrastrutturale, industriale, produttivo e delle reti dei servizi. Inoltre, in considerazione dell'alta densità abitativa e della presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo, l'esposizione si attesta così su valori altissimi. Sorge spontanea la domanda a questo punto: **quanto può essere utile adottare soluzioni per l'isolamento sismico?** - Una delle cause principali di morte delle persone durante un terremoto è il crollo delle abitazioni e di altri edifici. La progettazione di una struttura, in particolare una casa di abitazione, eseguita mediante le più aggiornate normative antisismiche, porta a dimensionare le parti portanti in modo tale che possano resistere all'azione sismica senza crollare, anche a scapito di qualche danneggiamento.

Questo approccio non si cura però de-

gli elementi non strutturali (pavimenti, tamponamenti, serramenti) né del contenuto della struttura (attrezzature, suppellettili, arredamento). A che serve quindi avere un ospedale che dopo un sisma è rimasto in piedi ma che si ritrova le attrezzature di alta tecnologia distrutte, i pavimenti ed i tamponamenti fessurati, i serramenti caduti? I costi di fermo attività (proprio quando l'evento sismico la richiederebbe) e di riparazione dopo un sisma sono ingenti. La tecnica dell'isolamento sismico isola la struttura dal terremoto impedendo alla sua energia devastante di penetrare all'interno. In questo modo la struttura può essere alleggerita, con sensibile risparmio e, in caso di terremoto, tutto il contenuto e le parti non strutturali sono salvaguardate. I danni dopo il terremoto saranno così inesistenti o marginali e la funzionalità della struttura è assicurata senza soluzione di continuità.

Ma tutto questo quanto costa? - Incredibilmente poco, attorno all'1-2% del costo della struttura: infinitamente meno di quanto possano essere i danni strutturali o di interruzione di attività in

caso di terremoto. Non va dimenticato che spesso il costo degli isolatori sismici è inferiore ai risparmi strutturali che attraverso questa tecnologia si possono conseguire, così che il costo dell'isolamento sismico può essere addirittura negativo. La tecnologia per proteggersi dai terremoti esiste ed è ben collaudata, non costa molto ed è alla portata di tutti. L'Italia possiede oggi una delle normative più avanzate al mondo per la proget-

tazione di strutture soggette a rischio sismico. Esistono tutte le premesse perché l'isolamento sismico prenda piede come sta facendo in nazioni che finora hanno dimostrato più sensibilità al problema, come il Giappone.

I Primi pilastri con dispositivi antisismici per il Progetto CASE dell'Aquila



ALGAhome

Alta tecnologia, innovazione ed eccellenza nell'Ingegneria Civile. Il pensiero tecnologico di Alga

Algasism. Dispositivi antisismici.

In tale settore ALGA è sempre stata all'avanguardia, essendo la prima in Europa a realizzare l'isolamento sismico di un edificio con isolatori in gomma ad alta dissipazione di energia nel 1987 (l'edificio Telecom di Ancona). Attualmente il prodotto di punta, che le ha permesso di acquisire la fornitura della maggior parte degli isolatori per la ricostruzione dell'Aquila, è l'isolatore a pendolo scorrevole, frutto di una ricerca condotta in collaborazione col Politecnico di Milano che ha consentito la messa a punto di materiali altamente innovativi

Algalink. Apparecchi d'appoggio.

Sono quei dispositivi che supportano i carichi delle strutture consentendo al tempo stesso le deformazioni dovute sia all'azione dei carichi sia alle variazioni di temperatura e ad altre cause. ALGA ha fornito gli apparecchi d'appoggio per alcune delle opere d'ingegneria civile più importanti al mondo come i ponti per l'alta velocità ferroviaria in Italia e Taiwan. Anche i ponti dell'alta velocità ferroviaria Cinese sono realizzati in gran parte con tecnologia ALGA. L'Amministratore Delegato di ALGA, Dott. Ing. Agostino Marioni è un punto di riferimento mondiale nel settore, essendo il principale artefice della normativa Europea di prodotto, in qualità di chairman del comitato tecnico europeo CEN TC 167.

Alga joint. Giunti di dilatazione stradale.

Anche in tale settore ALGA ha raggiunto l'eccellenza, tanto che è stata scelta dal Ministero dei Trasporti Giapponese per la realizzazione dei giunti di dilatazione per la pista di atterraggio N. 4 dell'aeroporto di Tokyo Haneda (il quarto aeroporto del mondo per volume di traffico). Questi giunti, attualmente in fase di spedizione in 300 containers, verranno installati a partire da Gennaio 2010. Essi sono progettati per sopportare il peso degli aerei più grandi come Airbus 380 e Boeing B747 in fase di decollo ed atterraggio, consentendo in caso di terremoto uno spostamento relativo di 1,2 metri. Lo sviluppo complessivo dei giunti è di 1100 metri, con un costo complessivo di circa 27 M€

Algapost. Sistemi di precompressione.

Innumerevoli sono i ponti e le grandi strutture in Italia e nel mondo che utilizzano cavi, stralli, barre di precompressione

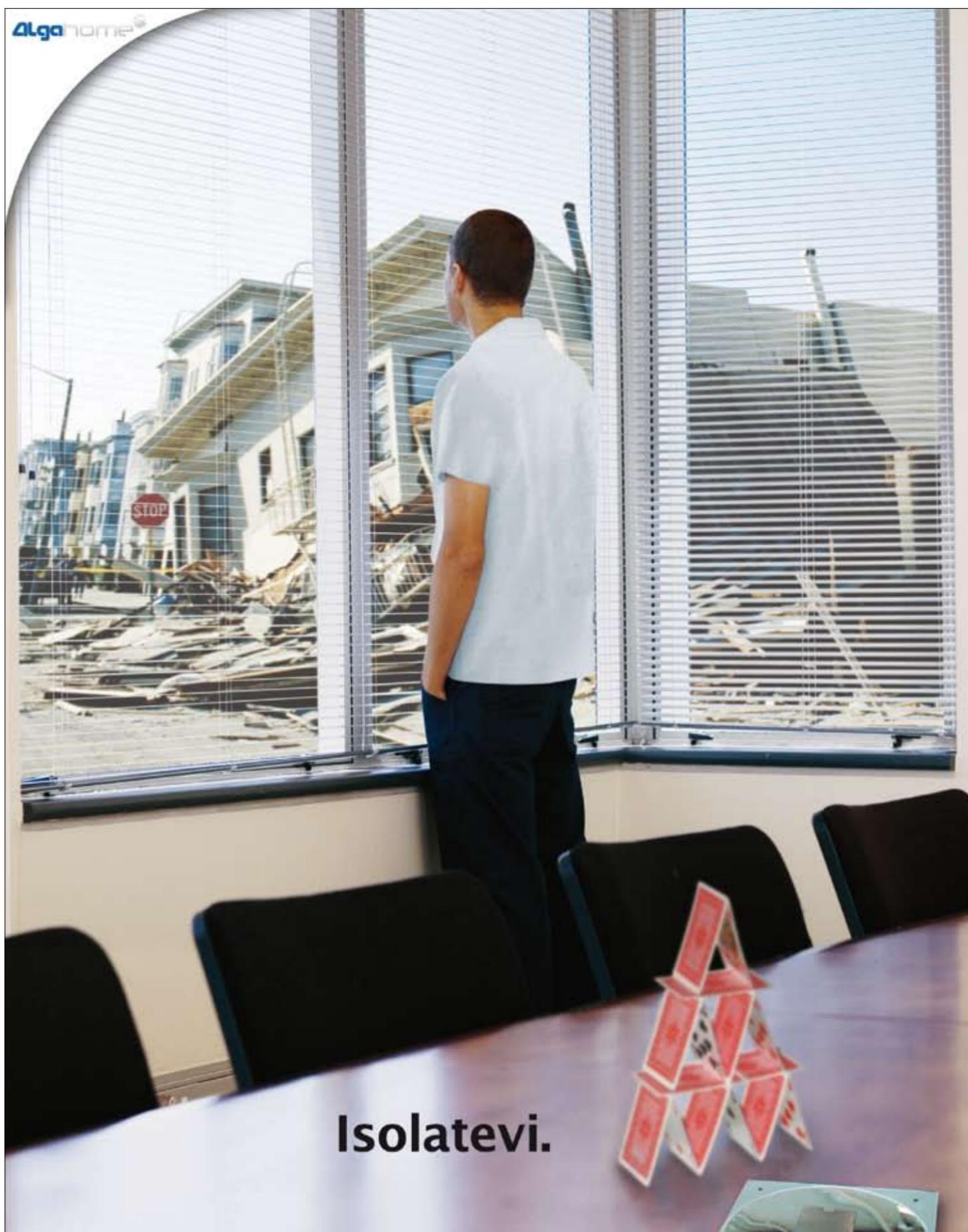
ne fornite da ALGA. A riprova dell'eccellenza dei sistemi di precompressione prodotti da ALGA basta citare il fatto che essi sono stati scelti anche per essere applicati su opere d'arte di eccezionale valore come la Torre di Pisa. La sua stabilità

è garantita da cavi di precompressione applicati alle fondazioni e all'altezza del primo loggiato.

In più di 60 anni di esperienza, ALGA ha sviluppato un grandissimo numero di prodotti

innovativi, molti dei quali sono stati o sono tuttora coperti da brevetto. Ciò è stato il frutto di ingenti investimenti nel campo della ricerca e sviluppo, dell'appassionata dedizione di un grande numero di collaboratori

di grande levatura scientifica, della costante collaborazione con i principali istituti di ricerca Italiani ed Europei.



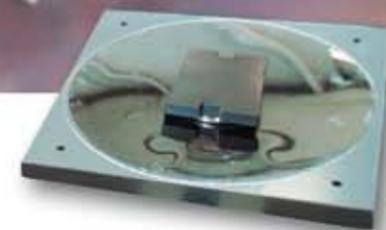
Isolatevi.

In caso di terremoto, isolarsi è sicuramente la cosa migliore da fare.

I dispositivi Algasism isolano le costruzioni dal terreno, filtrando le scosse sismiche. In questo modo non soltanto si salvaguarda l'incolumità degli occupanti, ma si preservano gli edifici, ciò che sta al loro interno e la loro funzionalità.

Per questo gli isolatori AlgaPend sono stati scelti per C.A.S.E., il progetto di ricostruzione dell'Aquila, probabilmente il più grande progetto di edifici sismicamente isolati al mondo, che prevede la costruzione in pochi mesi di nuovi alloggi per 13.000 persone.

www.alga.it | info@alga.it | +39.02.48569.1



ALGA
TECHNOLOGICAL THINKING

Nuove tecnologie per la protezione sismica delle costruzioni a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Un evento sismico trasmette alle costruzioni un'elevata quantità di energia che dovrà essere dissipata dai suoi componenti strutturali e non strutturali. Le tecniche tradizionali di protezione sismica sono generalmente orientate ad ottenere la dissipazione richiesta mediante un danneggiamento controllato degli elementi strutturali che eviti il collasso ed assicuri la sopravvivenza degli occupanti. Il normale scenario post-evento prevede quindi che la costruzione sia momentaneamente inutilizzabile e richieda interventi di riparazione più o meno costosi e complessi.

Recenti tecniche di protezione sismica adottano una strategia di protezione differente, orientata a ridurre l'energia in ingresso e dissipare la rimanente mediante specifici sistemi extra-strutturali, evitando di coinvolgere la costruzione in fenomeni di danneggiamento. In tal modo è possibile assicurare la funzionalità della costruzione anche dopo la crisi sismica e ridurre drasticamente i costi di riparazione. È ovvio che tale considerazione risulta di grande interesse per quelle costruzioni che svolgono ruoli fondamentali per la protezione civile (ad esempio ospedali, edifici pubblici, ponti). È comunque il caso di osservare che tali soluzioni risultano spesso economicamente convenienti anche nel caso di edifici con funzioni convenzionali e gli extra-costi del sistema di protezione possono essere compensati dalla riduzione di costi della struttura protetta, alla quale non sono più richieste prestazioni sismiche particolari. È altresì

Foto 1 - Edificio in c.a. sostenuto mediante isolatori



evidente che in una valutazione complessiva costi-benefici debba essere messa in conto anche la drastica riduzione degli oneri di riparazione a seguito dell'eventuale evento sismico. Tali sistemi fanno generalmente riferimento a due principi di protezione: l'isolamento alla base e la dissipazione di energia.

L'isolamento alla base si ottiene introducendo un piano deformabile tra il terreno e la costruzione in grado di mitigare la propagazione del moto del terreno alla struttura sovrastante e ridurre di conseguenza l'energia in ingresso. Il piano di isolamento viene generalmente realizzato appoggiando la struttura su dispositivi di appoggio deformabili in direzione orizzontale (isolatori) (Foto1). L'isolamento rappresenta un'ottima soluzione nella protezione delle nuove costruzioni, in particolare per costruzioni in cemento armato non particolarmente alte, e può risultare di interesse nell'adeguamento dell'edilizia storico-monumentale in muratura.

Nel caso dei sistemi di dissipazione di energia la struttura è connessa al terreno in modo convenzionale e l'energia sismica in ingresso viene consumata da dispositivi progettati *ad hoc*. Si evita quindi di chiedere alla struttura un comportamento dissipativo che sarebbe inevitabilmente connesso a fenomeni di danneggiamento. Nelle costruzioni con struttura intelaiata questi dispositivi vengono solitamente connessi mediante diagonali (controventi dissipativi) posizionate all'interno della maglia strutturale (Foto 2). Esiste oggi una grande varietà di dispositivi di dissipazione di energia con caratteristiche diverse ed adeguati a situazioni differenti. Tali sistemi sono generalmente efficaci per edifici nuovi, sia in acciaio che in calcestruzzo. Nel panorama nazionale sono stati spesso utilizzati per interventi di adeguamento di edifici esistenti in cemento armato progettati e realizzati in assenza di norme sismiche. In generale, questa strategia di progetto può risultare di interesse in quelle situazioni in cui l'isolamento non sia particolarmente efficace (edifici deformabili) o presenti difficoltà operative maggiori (edifici esistenti).



Foto 2 - Controventi dissipativi

Risultati ottimali possono poi essere ottenuti combinando le due strategie di protezione ed adottando, ad esempio, dispositivi di isolamento che siano anche in grado di dissipare energia.

Queste tecniche di protezione sismica sono da tempo ampiamente utilizzate in paesi ad elevata sismicità, come gli Stati Uniti ed il Giappone, mentre la diffusione in ambito nazionale è stata decisamente più limitata e la loro applicazione ha spesso avuto carattere "episodico". Questo non è imputabile tanto alla carenza di competenze progettuali e ditte produttrici di dispositivi, entrambe presente nel territorio, quanto alle difficoltà operative legate al precedente iter burocratico di approvazione dei progetti, considerati "speciali". Il problema è oggi definitivamente superato dai recenti strumenti normativi (OPCM 3274/2003, DM 14/01/2008-Nuove norme tecniche per le costruzioni) che riportano la progettazione dei sistemi di isolamento e di protezione sismica con sistemi dissipativi all'interno delle procedure "normali", rendendo di fatto possibile una diffusione più ampia di queste tecniche.

Andrea Dall'Asta

Direttore del Dipartimento di Progettazione e Costruzione dell'Ambiente
Consiglio Direttivo Anidis

Il progetto C.A.S.E.

In cosa consiste il progetto C.A.S.E. e come sta procedendo?

Il progetto C.A.S.E. ossia Complessi Antisismici Sostenibili Ecocompatibili è stato concepito per evitare in fase, di emergenza abitativa, alloggi provvisori costituiti tipicamente dai container o moduli che presentano notevole scomodità. Tale progetto è stato concepito esclusivamente per i territori colpiti dal terremoto in Abruzzo, in cui stimiamo di dover alloggiare un numero di senzateo nell'ordine delle 20.000 persone. In tal senso abbiamo pensato di realizzare delle costruzioni che a tutti gli effetti non sono considerate temporanee poiché dotate di tutti i confort delle case normali.

L'uso è da riferirsi nell'ordine di qualche anno e questo naturalmente è legato ai tempi della ricostruzione che inevitabilmente saranno più lunghi nei centri storici delle città, dove naturalmente si presentano problematiche di ricostruzione più complesse. Pertanto si passa direttamente dalla sistemazione provvisoria che abbiamo adottato immediatamente dopo il terremoto, ossia essenzialmente tende, alberghi ed appartamenti in affitto, a questa soluzione che potrebbe anche definitiva. Il progetto C.A.S.E. in ogni caso prevede un suo

riutilizzo come residenza studentesca considerando che l'Aquila ha una popolazione studentesca pari a circa 30.000 studenti di cui 15.000 fuori sede provenienti da altre regioni.

Come sono strutturati gli edifici?

I complessi previsti dal Progetto C.A.S.E saranno veri e propri quartieri formati da casette circondate dal verde e dotate di tutti i servizi. Saranno costruzioni prefabbricate, realizzate in diversi materiali: legno lamellare, calcestruzzo precompresso, laterizi oppure metallo isolato termicamente. Saranno di due o tre piani e avranno diversa metratura, in base alla composizione dei nuclei familiari

Si compongono di edifici a due piani di complessivamente 25-30 appartamenti. Normalmente sono edifici di forma allungata 12m. per 50m. appoggiati su delle piattaforme in calcestruzzo armato in cui sono posizionati dei sistema ad isolamento sismico, in grado di garantire la massima sicurezza e tranquillità in caso di terremoto.

Nella gara di selezione dei fabbricati sono state selezionate 16 imprese che producono tipologie diverse di edifici con un'attenzione particolare volta al risparmio energetico e la

sostenibilità. I dispositivi sismici selezionati per questo progetto sono detti a pendolo o a scorrimento, permettono in caso di evento sismico, un ampio movimento orizzontale con una minima opposizione al movimento del terreno, in sostanza disaccoppiando il movimento del terreno dal movimento della struttura stessa.

Le abitazioni poggeranno quindi su una grande piattaforma di cemento armato, montata sopra isolatori sismici: piastre flessibili che fungeranno da ammortizzatore nel caso di una scossa, per attutire l'impatto. Sono soluzioni ad altissima tecnologia, utilizzate per la prima volta nel nostro Paese, che pure è tra i principali esportatori di questa moderna tecnica di costruzione in paesi ad alto rischio sismico come il Giappone e la California.

I lavori interesseranno 20 aree ed in ciascuna area saranno costruiti dai 3-4 fino ai 21 edifici fino ad arrivare ad un totale di 150 edifici equivalenti a circa 4.000-4.500 appartamenti per complessivamente 12.000 -15.000 abitanti. Tali aree abitative saranno realizzate all'interno di insediamenti abitativi già esistenti con la realizzazione di tutta una serie di servizi di quartiere in modo da evitare l'effetto

dormitorio.

A che punto sono i lavori?

I lavori sono incominciati attorno a metà giugno ed allo stato attuale stiamo terminando due cantieri che fra i più grandi che comprendono dispositivi sismici per 20 e 21 edifici. I lavori hanno un tabella di marcia molto serrata, infatti mediamente si prevede di installare 1 o 2 piastroni antisismici al giorno, pronti ad accogliere un edificio una volta che la base di calcestruzzo sia consolidata. In definitiva l'obiettivo che ci proponiamo di raggiungere è di poter arrivare entro settembre a consegnare i primi mille appartamenti corrispondenti a circa 40 edifici.



Prof. Mauro Dolce

Direttore dell'Ufficio Rischio sismico del Dipartimento della Protezione Civile

Progetto Concrete, Ing Dott. Bolondi

Progetto Concrete: di cosa si tratta?

Il progetto CONCRETE nasce sulla spinta dell'Associazione Produttori di Calcestruzzo alla fine del 2004. Si compone di 10 ingegneri area manager che si occupano di divulgare la cultura del calcestruzzo incontrando progettisti, direttori di lavori, tutte le organizzazioni e i grandi committenti di imprese di costruzione per spiegare come andrebbe progettato e prescritto il calcestruzzo.

L'inizio di tale operazione ha coinciso con l'uscita delle nuove norme tecniche per le costruzioni, diventate tra l'altro obbligatorie dal primo luglio di quest'anno, visto che l'ultima proroga è stata annullata dopo gli avvenimenti sismici in Abruzzo. Il progetto Concrete nasce sotto l'ala del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed è considerata un'attivi-

tà meritoria per la divulgazione delle nuove norme tecniche in materia di costruzioni. I nostri 10 manager sono dislocati in tutta Italia operando attraverso un vero e proprio porta a porta con i progettisti e i committenti al fine di spiegare l'utilizzo del calcestruzzo alla luce delle nuove norme. Sono inoltre responsabili di corsi di formazione presso gli ordini professionali in Università e dispongono di diversissimi protocolli d'intesa con molteplici organizzazioni (ANCE, ANAS, Regione Piemonte, Regione Lombardia, amministrazioni comunali ecc.).

Come si inserisce il Progetto Concrete nel piano C.A.S.E.?

Siamo stati incaricati dal consorzio C.A.S.E. al fine di redigere il capitolato relativo alla ricostruzione degli edifici danneggiati nel

terremoto d'Abruzzo. In sostanza tutto il calcestruzzo che verrà utilizzato all'Aquila per la ricostruzione è stato prescritto dal progetto Concrete, esiste inoltre una convenzione per cui affianchiamo la direzione ai lavori per controllare direttamente che il capitolato sia correttamente rispettato.

Quale ruolo svolge in merito al bando di gara?

Il ruolo del Progetto Concrete è indubbiamente quello di guida e garanzia poiché le gare di appalto che si svolgono normalmente, sono basate su dei capitolati che per essere redatti necessitano di estrema attenzione e conoscenza della materia soprattutto per le opere in corso di realizzazione in Abruzzo in cui si richiedono particolari caratteristiche antisismiche di durabilità.



Ing. Andrea Bolondi

Presidente ERMCO (European Ready Mixed Concrete Organization),
Vice Presidente ATECAP,
Coordinatore di Progetto Concrete

Monumenti e terremoto

Gestione dell'emergenza e strategie di prevenzione

a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

Il 6 aprile 2009 una forte scossa sismica a L'Aquila ha inferto un altro duro colpo al patrimonio culturale italiano. Alla gestione dell'emergenza sui monumenti collaborano efficacemente il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ed il Dipartimento della Protezione Civile. Il rilievo dei danni viene fatto con schede, distinte per le chiese e per i palazzi storici, tramite le quali si raccolgono informazioni sul danno, sull'agibilità degli edifici e sulla necessità di opere di messa in sicurezza. Da tali dati è possibile in modo automatico ottenere una prima stima dei costi per il restauro. Vengono quindi avviate le opere di messa in sicurezza, in stretta collaborazione con le squadre speciali dei Vigili del Fuoco. Ad oggi risultano segnalati danni ad oltre 2000 beni (in prevalenza chiese e

palazzi, ma anche torri, mura urbane e fontane), il 70% dei quali sono già stati rilevati. I danni più gravi sono registrati nelle chiese, ma comunque il 32% di quelle rilevate risulta agibile; nel caso dei palazzi, invece, l'agibilità è stata data solo al 9% (un ulteriore 10% potrebbe essere reso agibile con provvedimenti). L'Italia sta dimostrando una grande capacità di gestione dell'emergenza, ma la protezione del patrimonio culturale deve essere fatta prima di tutto attraverso la prevenzione. Per questa sono necessari strumenti di valutazione della vulnerabilità e del rischio, cui deve seguire una programmazione di interventi di miglioramento sismico. In generale, se si escludono gli edifici in cattivo stato di manutenzione o realizzati con una scadente qualità muraria, le costruzioni tradizionali in muratura a L'Aquila si sono comportate bene, nel senso che non hanno manifestato crolli (la maggior parte delle vittime nella città dell'Aquila si sono avute negli edifici in cemento armato). Gli antichi costruttori utilizzavano *regole dell'arte*, basate sull'intuizione e l'osservazione del comportamento; tali regole, in zone ad elevata pericolosità sismica come L'Aquila, tenevano conto anche del terremoto e prevedevano l'adozione di specifici accorgimenti tecnologici (si pensi ad esempio alla sistematica introduzio-



Il crollo della chiesa di Santa Maria Paganica a L'Aquila

ne di travi lignee nella muratura, collegate all'estremità con paletti esterni in ferro). Diversa è la situazione di edifici in muratura con interventi invasivi di sostituzione dei solai e delle coperture lignee con pesanti solette in cemento armato (Onna). Decisamente maggiore è invece la vulnerabilità delle costruzioni monumentali, in particolare delle chiese, nelle quali tutti questi accorgimenti possono non bastare, per le elevate dimensioni e la snellezza degli elementi costruttivi. Non è quindi un caso se in occasione di ogni terremoto violento (a L'Aquila se ne verifica uno ogni circa 300 anni) le chiese crollano o sono fortemente danneggiate. Che fare allora? E' necessario mettere a frutto

le competenze degli storici e degli architetti in sinergia con gli ingegneri strutturisti, che utilizzano modelli matematici e numerici. L'approccio qualitativo non è sufficiente, ma è velleitario pensare di modellare una costruzione complessa e stratificata nei secoli con un calcolo puramente teorico. Di questa esigenza sono ben consci il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, il Dipartimento della Protezione Civile ed il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che recentemente hanno emanato delle Linee Guida (Direttiva P.C.M. 12/10/2007, G.U. n. 24 del 29/1/2008). Questo documento pone le basi per una conservazione del patrimonio che tenga conto anche delle esigenze di sicurezza. Esso contiene strumenti per la valutazione preventiva del patrimonio, a scala territoriale, ed indicazioni sui metodi di analisi e le tecniche di intervento da adottarsi nei progetti di restauro. Il patrimonio ferito dell'Aquila sarà per questo innovativo documento il primo impegnativo banco di prova.

Sergio Lagomarsino

Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio
Università di Genova
Consiglio Direttivo Anidis



I danni alla cupola ellittica della chiesa di Sant'Agostino a L'Aquila

SUL LAVORO LA SICUREZZA E' TUTTO. DRIZZA LE ANTENNE!

www.tutto626.it
PORTALE E-LEARNING SICUREZZA SUL LAVORO
possibilità di collaborazione con professionisti del settore attraverso la rete partner.

06.99.68.846

Corso per R.L.S.
Rappresentante dei Lavoratori
per la Sicurezza

200 €
+ iva

tutto626.it
CDS Service 626 srl
Via S. Stefano 8/b, 00061
Anguillara Sabazia (Roma)
Tel. 06.99.68.846
www.tutto626.it - info@tutto626.it

Sicurezza sul lavoro: il futuro è sull'e-learning

Come i corsi on line stanno rivoluzionando il mercato della formazione

Con l'avvento delle nuove tecnologie e la diffusione della banda larga che consente connessioni ad alta velocità, anche gli operatori della formazione si mettono al passo coi tempi proponendo ai propri clienti la possibilità di seguire i corsi di formazione direttamente on line senza la necessità di spostarsi dalla propria abitazione o dal proprio ufficio.

L'e-learning sfrutta infatti tutte le potenzialità rese disponibili da Internet al fine di fornire una formazione sincrona e/o asincrona agli utenti che possono, in qualsiasi momento, accedere ai contenuti dei corsi e al materiale didattico in ogni luogo esista una connessione on line.

Nel corso degli ultimi mesi, in concomitanza con l'entrata in vigore del **Testo Unico Sicurezza** introdotto con il **d.lgs 81/2008** che prevede severe sanzioni per le aziende non in regola con le prescrizioni in merito alla sicurezza dei luoghi di lavoro, si è assistito ad una corsa delle aziende alla regolarizzazione delle proprie posizioni secondo quanto previsto dalla legge.

Tutto626.it è la soluzione ideale della CDS Service 626 srl per l'abbattimento dei costi e dei tempi di formazione del personale lavoratore. Infatti grazie al portale e-learning ideato da CDS Service 626 srl è possibile svolgere tutti i corsi previsti dal Testo Unico Sicurezza direttamente on line.

«Abbiamo rivoluzionato il mercato della formazione a distanza semplicemente offrendo la possibilità di scegliere quando, come e dove seguire i corsi da noi organizzati.» Dichiarò il Dott. Morelli direttore Tecnico della CDS Service 626 srl. E tutto ciò con un notevole rispetto ai classici corsi in aula

Per maggiori informazioni:

www.tutto626.it - Tel 06.99.68.846

I pannelli antisismici Emmedue



L'applicazione dei vantaggi industriali dell'innovazione tecnologica ad un settore tradizionalmente poco sensibile ai cambiamenti come quello dell'edilizia è l'idea intuitiva alla base del sistema costruttivo **EMMEDUE**®.

Tale azienda, leader nella produzione di pannelli modulari antisismici per le costruzioni, nasce alla fine degli anni settanta dalla volontà del suo fondatore

di abbinare la ricerca e la più avanzata tecnologia elettromeccanica ed elettronica alla produzione di pannelli sismoresistenti. Si tratta di un innovativo sistema costruttivo a pareti portanti, antisismico ed isolante con cui è possibile realizzare costruzioni sino a 20 piani, di qualunque tipologia edilizia o struttura architettonica, dalla più semplice alla più complessa. I pannelli **EMMEDUE**® sono modulari e sono costituiti da due

reti d'acciaio galvanizzate elettrosaldate, collegate tra loro da connettori, con interposta una lastra di polistirene espanso opportunamente sagomata. **EMMEDUE**® dispone di una gamma completa di elementi costruttivi (pareti portanti, solai, coperture, scale, divisori e tamponamenti). In tal modo è possibile realizzare edifici con il medesimo sistema costruttivo, permettendo così di ottimizzare le fasi di fornitura, le tem-

pistiche e le maestranze. I pannelli possono essere agevolmente trasportati a mano da uno/due addetti, anche in forma assemblata e in dimensioni superiori ai 4 m².

Successivamente, nella fase di montaggio, tali pannelli possono essere lavorati e posizionati manualmente anche da un singolo addetto, senza dunque richiedere l'utilizzo di alcun mezzo di sollevamento, semplificando ed accelerando la messa in opera dei pannelli anche in condizioni operative disagiate o climaticamente avverse. I pannelli **EMMEDUE**®, una volta assemblati, vengono gettati in opera mediante calcestruzzo proiettato garantendo elevate prestazioni di isolamento termo-acustico, resistenza al fuoco e agli eventi sismici. La "modularità" del sistema **EMMEDUE**® favorisce altresì un'assoluta flessibilità progettuale ed un'elevata integrabilità ad altri sistemi.

La EMMEDUE S.p.A. è certificata secondo la norma UNI EN ISO 9001. L'assoluta affidabilità dei suoi prodotti è garantita da tutta una serie di test effettuati, oltre che in Italia, anche all'estero e da omologazioni e certificazioni rilasciate da enti ed istituti nazionali ed internazionali. **EMMEDUE**® ha infine ottenuto negli anni tutta una serie di brevetti che le attribuiscono la paternità del sistema e di tutta una serie di macchinari indispensabili per la realizzazione del prodotto. A tal fine un Ufficio Ricerca e Sviluppo si adopera per garantire che **EMMEDUE**® sia sempre all'avanguardia nel suo settore.

Test e sperimentazione sui sistemi costruttivi Emmedue

I recenti fenomeni sismici in Abruzzo hanno portato in primo piano l'esigenza di creare strutture abitative sempre più sicure ed idonee a scongiurare situazioni critiche. Grazie ad un programma di sperimentazione della durata di 15 mesi coordinato dall'ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), presso il laboratorio del Centro Ricerche Casaccia (Roma), è stato possibile verificare e validare il comportamento statico e sismico di edifici costruiti con il sistema costruttivo **EMMEDUE**®. Il programma ha visto in campo, oltre ad **EMMEDUE**® ed ENEA, anche l'EUCENTRE (Fondazione fondata dalla Protezione Civile, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e vulcanologia, dall'Università di Pavia e dall'Istituto Universitario di studi superiori di Pavia per promuovere la ricerca sulla riduzione del rischio sismico).

Tra ottobre e novembre scorso, nell'ambito delle iniziative del Glis (Associazione per l'isolamento e altre strategie di progettazione antisismica) si sono effettuate prove su tavola vibrante che hanno riguardato due sottostrutture (modello C ed H) e un modello in scala reale di edificio **EMMEDUE**® su due livelli.

L'edificio-prototipo è stato sottoposto a livelli di intensità sismica crescente riproducendo le condizioni di terremoti catastrofici come quello di Tolmezzo (Friuli Venezia Giulia) del 1976 (Magnitudo 6.4 Scala Richter) e Colfiorito (Umbria-Marche) del 1997 (Magnitudo 5.8), nonché di terribili terremoti avvenuti in Giappone. Con tale test è stato possibile dimostrare la perfetta tenuta del sistema e il valore massimo raggiunto dell'accelerazione, 0.45g, è stato limitato solo ed esclusivamente dalla capacità della tavola. I risultati della campagna sono stati molto significativi, basti pensare che la "casetta" di 2 piani ha subito, nell'arco di mezza giornata, diversi eventi sismici di accelerazione crescente fino alla massima prevista da normativa senza subire alcun danno.

Lo scopo dei test realizzati sui modelli C ed H invece è

quello di provare, in caso di evento sismico, la resistenza delle connessioni parete-parete e solaio-parete.

Anche in questo caso i test sono stati realizzati su tavola vibrante utilizzando le stesse sollecitazioni impresse alla struttura di 2 piani, con l'unica differenza che, date le minori dimensioni e la minore massa dei provini, si è riusciti ad imporre picchi di accelerazione che vanno ben oltre lo 0.45g massimo previsto da normativa.

Ulteriori prove su tavola vibrante, sono state effettuate da **EMMEDUE**® in collaborazione con il proprio partner ecuadoriano presso il Laboratorio de Estructuras Departamento de Ingeniería Pontificia Universidad Católica di Lima in Perù.

E' stata così testata la struttura di due piani su scala reale su tavola vibrante con la sollecitazione sismica simile all'evento accaduto il 31.05.1970 a Chimbote in Perù, sisma catalogato con magnitudo 7.8 della scala Richter e al X, XI della Mercalli.

Anche in questo caso, come nella struttura testata all'Enea, l'accelerogramma di prova è stato caratterizzato da differenti picchi di accelerazione e i test suddivisi in quattro fasi, ottenendo così un range completo di prove che partendo da un sisma di entità lieve (0.1g) fino ad un sisma di entità catastrofica (0.5g).

I risultati sono stati strabilianti. Facendo riferimento al test più severo, cioè quello in cui la sollecitazione ha investito la struttura col suo massimo picco di accelerazione (sisma catastrofico, fase 4), gli strumenti hanno registrato un'accelerazione come risposta della struttura dalla quale gli elaboratori del report si sono ricavati un coefficiente sismico di addirittura ben 4 volte superiore a quello calcolato secondo la Normativa locale ossia la simulazione di un sisma ben superiore a quello di Chimbote.

Leggero, durevole e caratterizzato da un elevato isolamento termico, il sistema costruttivo **EMMEDUE**® in de-

finitiva permette non solo di garantire la tenuta in caso di sisma, ma anche di abbattere i costi di cantiere, aumentare il comfort termico abitativo e di risparmiare sul riscaldamento.

Il sistema costruttivo **EMMEDUE**® infatti, unisce un perfetto isolamento termico dal gelo invernale e dal calore estivo ed una uniforme coibentazione dell'edificio, consumando meno energia per riscaldare o raffreddare, riducendo i costi energetici.





M2

EMMEDUE

Advanced
Building
System

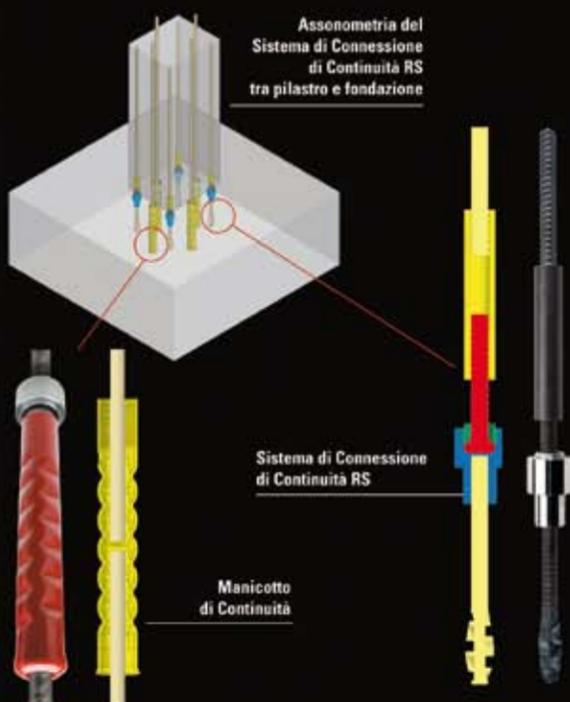
Da **30 anni** in prima linea
nel costruire abitazioni
Antisismiche ad alta
sicurezza nelle parti
più sensibili del **Mondo**.

Il sistema Costruttivo
Sismoresistente unico al Mondo

EMMEDUE® S.p.A. Via Toniolo, 39/b
Z.I. Bellocchi 61032 Fano (PU) Italy
Tel. +39 0721 855650/1
Fax +39 0721 854030

www.mdue.it

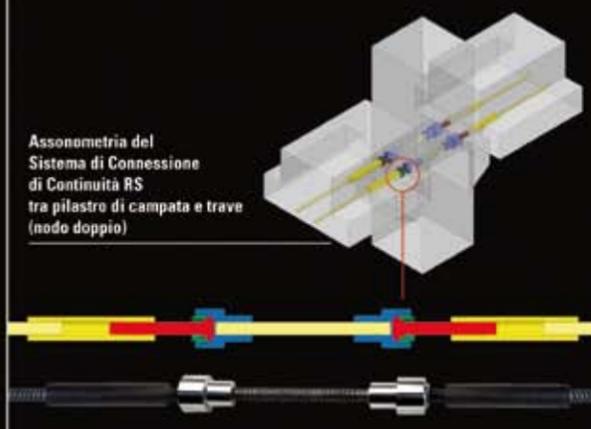
FONDAZIONE - PILASTRO



CONNESSIONI DI CONTINUITÀ

per armature tra pilastri, pilastri-fondazione, pilastri-setti e travi-pilastri, con manicotti universali a doppia aderenza, autostaffanti e componenti per una completa regolazione ad alta tolleranza di accoppiamento.

TRAVE - PILASTRO



CONNESSIONI ANTI SISMICHE

by B.S.ITALIA • GRUPPO Styl-Comp

Soluzioni altamente ingegnerizzate, brevettate e testate per la prefabbricazione rapida, efficace, semplice e sicura. Una sinergia di Gruppo unica al mondo, al vostro servizio.



ERCOLE

sistema di supporto antisismico per pannelli prefabbricati, con regolazione telescopica millimetrica verticale e orizzontale per una perfetta posa, adatto per strutture prefabbricate o in opera, in c.a. o acciaio.



BROOKLYN

sistema costruttivo prefabbricato, telaio a nodi rigidi mediante post tensione, libera lo spazio con maglie strutturali ampie e solai continui, senza mensole a vista, rapido nel montaggio.

B.S. Italia
Styl-Comp Group

Innovazione basata sull'esperienza
Innovation based on experience

> 24050 Zanica (Bg) Italy • Via Stezzano, 16 • tel +39 035 671 746 • fax +39 035 672 265
www.bsitaliagroup.com • info@bsitalia.com

Il cemento armato in Italia è in buona parte da ricostruire

Il recente terremoto a L'Aquila ha tra l'altro posto all'attenzione nazionale il problema della qualità strutturale degli edifici e in particolare degli edifici in cemento armato.

La constatazione che anche alcuni edifici di recente realizzazione sono crollati per effetto di un terremoto al quale avrebbero dovuto resistere ha suscitato scalpore, sorpresa e giusta indignazione presso la pubblica opinione.

Più in generale la considerazione che L'Aquila non è da questo punto di vista un caso isolato, in relazione al problema della non rispondenza delle strutture in cemento armato ai requisiti di sicurezza nei confronti del sisma, pone gravi interrogativi sia economici che sociali.

Oltre a singoli casi di mancata onestà intellettuale di progettisti, costruttori e collaudatori vi sono motivi storici a determinare lo stato di fatto.

Risale al 1971 la prima normativa nazionale moderna relativa alle costruzioni in cemento armato ed a struttura metallica. Le normative sismiche d'altro canto hanno subito negli anni un'evoluzione a partire dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64. Solo recentemente con l'adozione dell'impostazione prestazionale, la Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e il DM 14-01-08 Norme Tecniche per le Costruzioni hanno allineato le norme nazionali alle più moderne normative internazionali. Queste norme sono state emanate ma nei fatti rese obbligatorie per tutti solo dal 1 luglio 2009 a seguito dell'emozione suscitata dal terremoto a L'Aquila.

È del 2003 una classificazione sismica del territorio nazionale nella quale vaste zone sono state per la prima volta dichiarate sismiche; è del 2008 l'obbligatorietà dell'analisi sismica degli edifici per l'intero territorio nazionale.

Solo negli ultimi decenni quindi e solo in alcune aree del territorio si è costruito in conformità a normative che consideravano la presenza del sisma. Buona parte delle costruzioni esistenti sono state di fatto realizzate, pur nel rispetto della norma, curando la sola stabilità nei confronti dei carichi gravitazionali trascurando la valutazione di questa importante azione orizzontale.

C'è da osservare poi che anche la norma ha inspiegabilmente contribuito a ingenerare confusione e incertezze. È il caso del DM 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" seguito dalla Circ.M.LL.PP del 10/04/1997 "Istruzioni per l'applicazione

delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16.01.1996". La circolare che elencava in dettaglio i particolari costruttivi da adottare per garantire la resistenza al sisma è stata di fatto disattesa dalla quasi totalità dei progettisti perché in quanto circolare le prescrizioni in essa contenu-

te non avevano formalmente carattere di obbligatorietà e i progettisti erano di fatto costretti a non applicarla per non perdere la committenza.

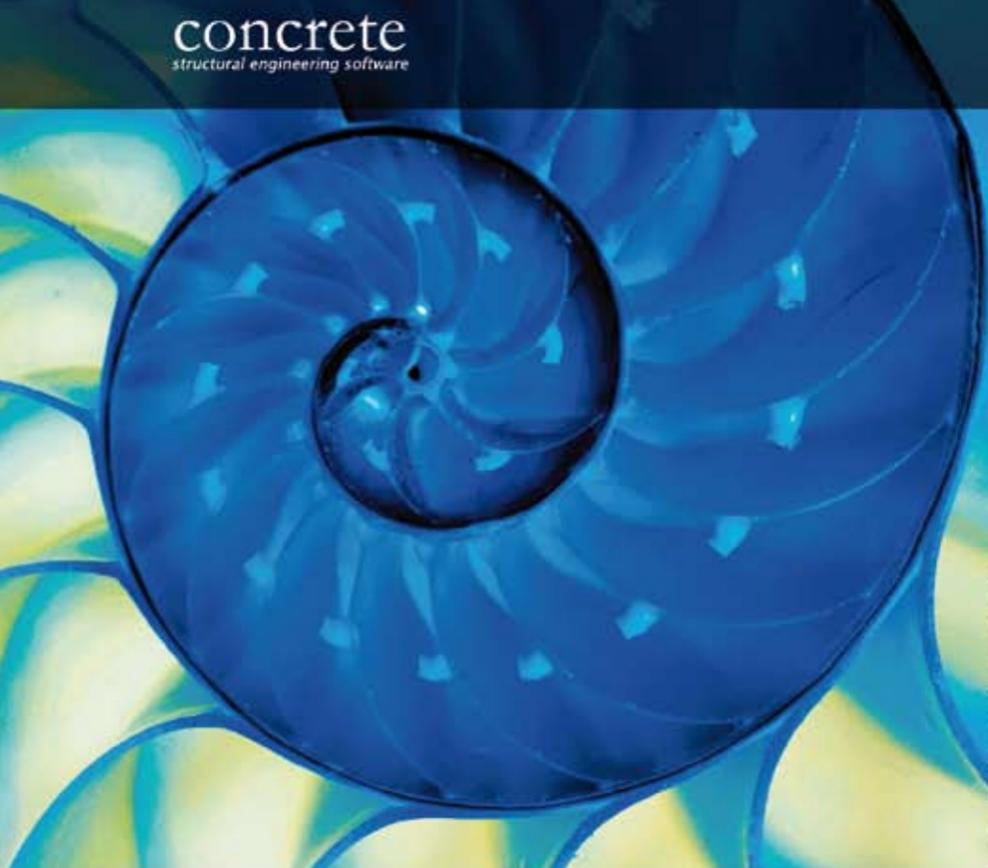
Proprio per questo motivo molte costruzioni realizzate dal 1996, se sottoposte a verifica, non risulterebbero adeguate alle nuove norme tecniche.

Purtroppo, per la sua natura, il cemento armato male si presta ad interventi di restauro strutturale risultando spesso più conveniente economicamente la demolizione e successiva ricostruzione. Procedure per l'adeguamento alla norma di edifici sensibili (ospedali, scuole etc) sono da tempo state avviate dai governi che si sono

succeduti dal 2003. È da prevedere che questi interventi non potranno limitarsi ai soli edifici sensibili ma dovranno in futuro riguardare l'intero patrimonio edilizio nazionale.

Concrete s.r.l.
Ing. Luigi Nulli

concrete
structural engineering software



SismiCad 11. Calcoli semplici per strutture complesse.

SismiCad 11, frutto ormai di vent'anni di esperienza con i professionisti del settore, è l'evoluzione di un affermato prodotto per il calcolo di elementi in cemento armato, murature, acciaio e legno. La sua potenza di calcolo, il solido solutore ad elementi finiti, le prestazioni di altissimo livello e l'estrema facilità di input, anche in AutoCAD LT® lo rendono un prodotto di riferimento continuamente aggiornato che ti sorprenderà per la capacità di portarti in brevissimo tempo verso un risultato, anche per le tue più complesse strutture. Disegni esecutivi delle armature, relazione di calcolo e computo delle quantità, in pochi affidabili passi. Il tutto integrato in un unico pacchetto che scoprirai anche conveniente.



DEMO GRATUITA
Read : www.concrete.it/sismicad11
Ask : commercial@concrete.it

Concrete s.r.l.
Via della Pieve, 19 - 35121 - Padova - tel 049 87 54 720 - fax 049 87 55 234



Ora con importazioni da:



Il ruolo del software di calcolo strutturale a cura di Anidis (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica)

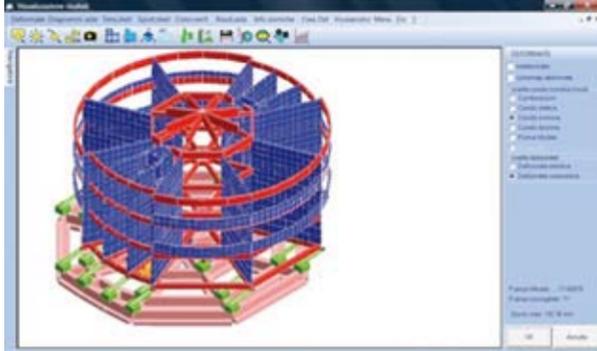
La Nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni (NTC-08) costituirà da ora in avanti il "motore primo" del ciclo di produzione di una struttura, ma l'evoluzione tecnologica degli ultimi 20 anni ha consegnato ai progettisti anche l'"armamento pesante" del software di calcolo strutturale. Volendo semplificare il punto di vista del progettista: la Normativa fissa le regole, il software di calcolo è lo strumento con il quale metterle in pratica. **Il software di calcolo strutturale ha quindi il ruolo di raccordo tra il normatore ed il professionista.**

Fig. 1 Pericolosità sismica al sito del Colosseo a Roma.



La sua importanza viene rafforzata dalla NTC-08: essa permette infatti di raggiungere un livello superiore di qualità nella struttura, ma la sua applicazione risulta oggi più articolata di quanto non fosse in passato. Tutti i criteri chiave della NTC-08 ed in particolare: *la microzonazione sismica (fig. 1), la progettazione prestazionale, gli stati limite, la progettazione duttile, la gerarchia delle resistenze, le analisi non lineari e l'isolamento sismico (fig. 2)*, devono essere correttamente applicati attraverso l'uso consapevole di un adeguato software di calcolo.

Fig. 2 Modello di un edificio con isolamento sismico.



In questo settore l'Italia può vantare un'ottima tradizione, ma nella scelta del software è opportuno che il professionista non cada nella trappola di prodotti, magari dal marketing accattivante, ma scadenti dal punto di vista strutturale, e si orienti piuttosto verso case produttrici di consolidata esperienza. Ovviamente il software di calcolo, per quanto potente sia, non può operare senza una guida "illuminata" da una perfetta comprensione dei principi normativi e da una profonda conoscenza scientifica e professionale: possedere una Ferrari non fa di noi dei piloti, ma anzi ci può rendere pericolosi! È quindi assolutamente necessario che i professionisti, in occasione della svolta costituita dalle NTC-08, si dedichino con cura e responsabilità al proprio aggiornamento professionale, in modo da "guidare" il software, evitando di accettarne i risultati in maniera fideistica ed acritica.

Giorgio Monti

Dipartimento Ingegneria Strutturale e Geotecnica,
Università La Sapienza di Roma
Anidis

Consolidamento del terreno di fondazione di una torre del XIII secolo, realizzato da URETEK Srl

Il problema

In data 8 Marzo 2007, e quindi successivamente all'evento sismico registrato alle ore 20 e 35 del 5 Marzo (magnitudo di 2,2° della scala Richter), da un rilievo fatto per verificare eventuali danni strutturali, si è potuto constatare che, nel giunto appositamente creato tra l'edificio della Torre Civica di Città di Castello e l'annesso Palazzo Vescovile, era apprezzabile un distacco di circa 3-4 cm tra i due setti murari. Dal rilievo mediante fessurimetri, si è potuto apprezzare che l'effetto della scossa tellurica ha causato un cedimento dello spigolo tra Piazza Gabriotti e Via S. Stefano, che ha accentuato il fuori piombo già misurato in precedenza in sommità, portandolo dai 72 cm preesistenti a 78 cm misurati dopo il sisma. I calcoli statici hanno di seguito evidenziato una situazione molto prossima ai limiti per quanto riguarda l'equilibrio della torre, con coefficienti di sicurezza molto prossimi ad 1,0.

La progettazione

La Torre Civica, di epoca medievale, è situata nel centro storico ed è una struttura di 40 metri a base quadrata con lato di circa 7 metri. Per determinare il modo ottimale di procedere con il consolidamento del terreno di fondazione mediante iniezioni di resina espandente ad alta pressione di rigonfia-

mento (tecnologia Uretex Deep Injections), è stata necessaria un'attenta analisi dei dati di partenza. I tecnici Uretex, con un software di calcolo dedicato, hanno stimato gli effetti delle iniezioni sulle caratteristiche del terreno, per poter utilizzare i nuovi parametri nella costruzione di un modello tridimensionale, realizzato con un codice di calcolo agli elementi finiti. Il modello ha permesso una valutazione del comportamento dell'edificio durante le varie fasi di cantiere previste, risultando molto utile nella scelta della quantità di resina da iniettare, della sequenza delle iniezioni, nonché della loro ubicazione e profondità nel terreno.

L'intervento

L'intervento ha previsto la realizzazione di perforazioni e l'iniezione di resina sotto circa metà della superficie di appoggio della torre fino ad una profondità di 4,5 metri dal piano di fondazione. Il trattamento è avvenuto su più livelli, adottando in taluni casi la modalità d'iniezione a colonna con estrazione a velocità controllata del tubo d'iniezione.

Il risultato

La resina iniettata, ha compatto il terreno sottostante la Torre Civica diminuendo la sensibilità al cedimento.

I risultati del monitoraggio e dei test penetrometrici comparativi eseguiti, hanno confermato il successo dell'intervento, mostrando un buon incremento del coefficiente di sicurezza in termini di resistenza. Un risultato in linea con quanto previsto dal progetto elaborato con il sistema di calcolo.

Monitoraggio post intervento

La livellazione di precisione impostata su tre capisaldi della torre è iniziata in data 25/03/2007 e si è resa necessaria per misurare i cedimenti della struttura prima, durante e dopo l'intervento. Le misure realizzate mostrano un evidente smorzamento della velocità dell'abbassamento dopo la fine dell'intervento, con un sostanziale appiattimento della curva cedimenti/tempo, già a partire dal mese successivo alla fine dei lavori, ed una stabilizzazione del manufatto che dura ormai da più di due anni; questo conferma la bontà della modellazione realizzata in fase di progettazione, ovvero le previsioni di cedimento calcolate.

Conclusioni

- Il consolidamento di un edificio di altissimo valore storico necessita di particolare attenzione negli aspetti tecnici ed operativi dell'intervento.
- I trattamenti del terreno a mezzo

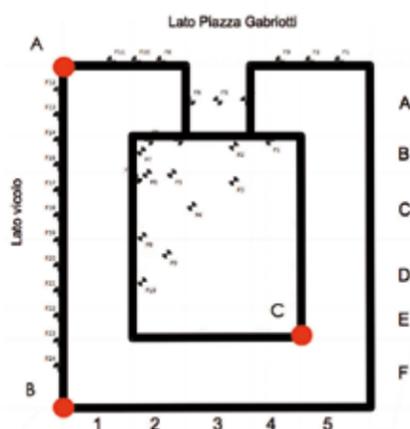
d'iniezione con resine espandenti rappresentano una tecnologia vincente che determina un omogeneo miglioramento delle caratteristiche geotecniche del terreno sottostante la struttura. Il mantenimento di una rigidità media dell'ammasso confrontabile con i moduli elastici caratteristici dei terreni sciolti, consente di evitare una rilevante redistribuzione di tensioni a strati di terreno più profondi.

- Le attrezzature necessarie per le lavorazioni, estremamente ridotte, permettono di operare in modo non invasivo.
- L'intervento è stato completato in quattordici giorni lavorativi con perforazioni effettuate mediante attrezzatura manuale a rotopercolazione senza aggravare le lesioni preesistenti.
- Attraverso un sofisticato sistema di monitoraggio elettronico delle fessure, si è rilevato che le operazioni d'iniezione hanno prodotto uno smorzamento dei cedimenti e la conseguente stabilizzazione della struttura già a partire dai mesi successivi alla data di fine lavori.

Riportiamo alcuni diagrammi delle analisi tridimensionali agli elementi finiti sviluppate nell'ambito dell'intervento di consolidamento del terreno di assise della torre.

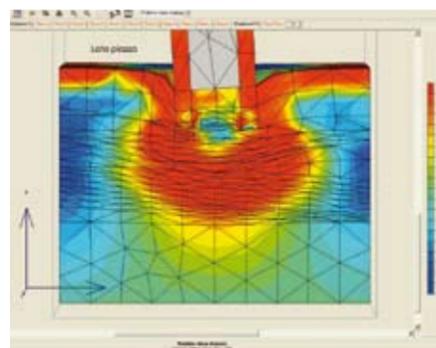
INTERVENTO

Distribuzione in pianta delle iniezioni e dei punti di monitoraggio



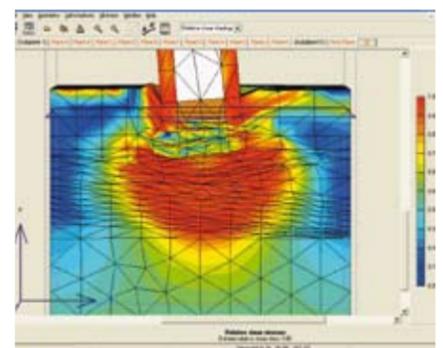
PRIMA DELL'INTERVENTO

Bulbo di tensione, sezionato in mezzeria della torre prima dell'intervento



DOPO L'INTERVENTO

Bulbo di tensione, sezionato in mezzeria della torre dopo l'intervento



Studio sul rinforzo strutturale con Mapei FRP System

Le tecnologie e i materiali innovativi utilizzati per il consolidamento e il rinforzo strutturale è il tema affrontato dal Prof. Alberto Balsamo in una ricerca condotta in collaborazione al *dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale, Università di Napoli Federico II, Napoli*.

La premessa scientifica a tale sperimentazione ha costituito la base sperimentale su cui è stato testato con successo il sistema di ultima generazione Mapei FRP SYSTEM, gamma completa di prodotti a base di fibre di carbonio, vetro e resine epossidiche per il rinforzo strutturale.

Uno dei fattori di maggior rilevanza nella valutazione del rischio sismico nei paesi dell'Europa meridionale è rappresentato dall'elevato numero di strutture in cemento armato esistenti che si presentano sottodimensionate o progettate e realizzate in virtù di prescrizioni sismiche e pratiche costruttive non conformi alle attuali disposizioni antisismiche.

Tali deficienze strutturali sono la principale causa di perdite umane in caso di eventi sismici. Nell'ambito del progetto di ricerca europeo SPEAR (Seismic Performance Assessment and Rehabilitation) sono state svolte, presso il laboratorio ELSA del JRC (Joint Research Center) della Comunità Europea presso Ispra, una serie di prove bidirezionali pseudo-dinamiche su una

struttura in cemento armato di tre piani, irregolare in pianta.

La struttura così realizzata è stata sottoposta a due prove pseudo-dinamiche, sia nella configurazione originale sia in quella rinforzata mediante tessuti in fibra di vetro impregnati in sito.

In particolare, la struttura nella sua configurazione originale è stata sottoposta a due prove sperimentali caratterizzate da valori di PGA rispettivamente pari a 0.15 g e 0.20 g, mentre la struttura rinforzata mediante materiali compositi è stata sottoposta prima ad un sisma con PGA pari a 0.2 g, e poi è stata nuovamente provata sotto l'azione di un terremoto con PGA pari a 0.30 g.

La scelta della tecnica di rinforzo sismico da adottare per una struttura in cemento armato progettata per soli carichi verticali, è dettata da considerazioni connesse alle deficienze strutturali che emergono nella valutazione delle sue prestazioni ed eventualmente dal rilievo dei danni evidenziatisi a seguito di eventi sismici pregressi. Nel caso della struttura SPEAR si è scelto di effettuare un miglioramento sismico mediante un intervento di tipo selettivo con materiali compositi fibrorinforzati o "light" (ovvero caratterizzato da una serie di interventi locali e con costi ridotti, estrema facilità e rapidità di messa in opera).

L'intervento con Mapei Frp system ha riguardato la fasciatura delle colonne utilizzando fibre unidirezionali di vetro

spessore equivalente di tessuto secco in ciascuna direzione 0.48 mm, modulo di elasticità 65.7 GPa, resistenza a trazione 1314 MPa e deformazione ultima pari a 0.02. Il rinforzo a taglio dei nodi d'angolo e del pilastro rettango-

lare C6 è stato effettuato, a tutti i piani, mediante fibre quadrisiali di vetro con grammatura di 1140 gr/m², spessore equivalente di tessuto secco in ciascuna direzione 0.1096 mm, modulo di elasticità 65.7 GPa, resistenza a

trazione 986 MPa e deformazione ultima pari a 0.015.

L'attività sperimentale ha così confermato, che l'intervento di rinforzo ha conferito alla struttura un elevato incremento di capacità deformativa globale

rispetto alla struttura originaria consentendole di far fronte, senza danni significativi, a sollecitazioni sismiche bidirezionali incrementate del 50% rispetto a quelle applicate alla struttura non rinforzata.

MapeWrap System



Fase applicativa

Sistema per il rinforzo e l'adeguamento statico e antisismico di strutture portanti.

Sistema indicato per strutture in calcestruzzo armato, muratura, tufo ed acciaio

- Semplicità e velocità di posa in opera
- Elevata durabilità
- Nessun problema di corrosione dei rinforzi applicati
- Nessun incremento delle masse in gioco: gli interventi eseguiti con MAPEWRAP SYSTEM non aumentano la massa
- Completa reversibilità dell'intervento



www.mapei.com
MAPEI
 ADESIVI - SIGILLANTI - PRODOTTI CHIMICI PER L'EDILIZIA

Condotte in Ghisa Sferoidale: migliori prestazioni in caso di eventi sismici

La resistenza delle condotte in ghisa sferoidale alle sollecitazioni sismiche è assicurata dall'elevata resistenza meccanica della ghisa sferoidale unitamente all'elasticità delle giunzioni con guarnizione di tenuta in elastomero

Affinché una condotta interrata per acquedotto o fognatura possa resistere alle sollecitazioni sismiche sono necessari due importanti requisiti: *robustezza ed elasticità*.

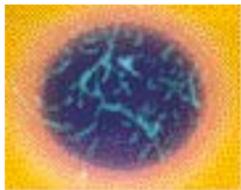
Robustezza:

Le caratteristiche meccaniche della ghisa sferoidale, simili all'acciaio ed in pratica doppie rispetto a quelle delle vetuste condotte in ghisa grigia o lamellare, offrono, unitamente ai giunti elastici, le migliori prestazioni nei confronti di eventi sismici.

La composizione della ghisa sferoidale è identica a quella della ghisa grigia eccetto che per la differente matrice metallica che a seguito dell'aggiunta di magnesio nella massa fusa di ghisa presenta la globulizzazione del carbonio in forma di sferoidi eliminando così le linee di propagazione di rottura tipiche della ghisa grigia per conferire alla matrice metallica importanti caratteristiche meccaniche quali la resistenza a rottura, limite elastico e allungamento minimi rispettivamente pari a 420, 270 MPa e 10%. Inoltre tra tutti i materiali sul Mercato la ghisa sferoidale, completamente riciclabile alla fine del suo ciclo di vita utile, prevede nelle norme per acqua e fognatura (EN 545, EN 598) il più elevato coefficiente di sicurezza alla progettazione ($S_f = 3$) nei confronti delle sollecitazioni esterne e interne. I giunti sono sempre verificati alla progettazione con prove di prestazione alle pressioni interna, esterna, depressione e alle variazioni cicliche nelle più sfavorevoli condizioni di tolleranza e di accoppiamento a giunti disassati.

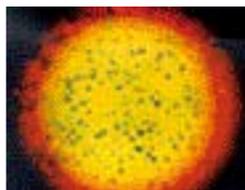
Ieri...anni 50

Ghisa grigia/fragile



Oggi...da fine anni 60

Ghisa duttile/resistente



--> Mg -->

Le tubazioni in ghisa sferoidale Saint-Gobain PAM prevedono altresì una gamma completa di raccordi e di rivestimenti interni ed esterni tra i quali spicca l'innovativo e polivalente rivestimento esterno NATURAL in lega di zinco-alluminio con vernice epossidica di finitura capace di offrire prestazioni circa quattro volte superiori rispetto al rivestimento tradizionale grazie all'alluminio che rallenta i fenomeni di aggressione chimico-fisica dei terreni anche quando siano di forte entità.

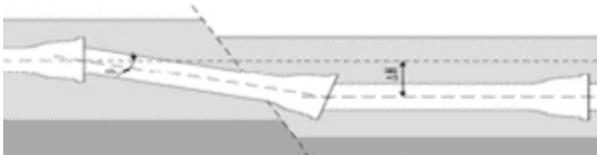
Elasticità:

Le giunzioni prevedono sempre una guarnizione in elastomero che conferisce alle condotte in ghisa sferoidale discontinuità elettrica e flessibilità. Quest'ultima è un importante elemento di sicurezza per la posa in terreni non coesivi, instabili o soggetti a fenomeni di natura sismica. In tali casi si deve valutare il cedimento potenziale del terreno per poterne minimizzare gli effetti sulla condotta poiché l'esperienza dimostra che, al verificarsi di un movimento del terreno, le condotte interrate devono poter seguire le deformazioni imposte dalle masse di terra, anziché tentare di resistere a sollecitazioni meccaniche (tensione assiale e flessione) indotte dai movimenti del terreno spesso di considerevole, imponente entità.

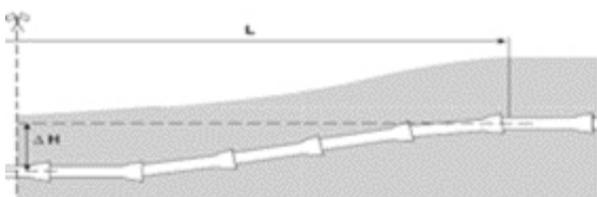
I giunti a bicchiere Saint-Gobain PAM, di semplice e veloce posa in opera senza manodopera specializzata, in caso di cedimenti estesi ed uniformi, conferiscono alla condotta in ghisa sferoidale un comportamento a catena, flessibile, non rigido, naturalmente nei limiti di deformazione fissati dai valori massimi di deviazione assiale ed angolare ammissibile per ogni tipo di giunto.

La perfetta tenuta del giunto Standard/Rapido è funzione del suo caratteristico meccanismo di tenuta crescente al crescere della pressione grazie alla forma divergente della guarnizione, (in elastomero EPDM per acquedotto e NBR per fognatura) nella parte a contatto con il fluido. Principi della tenuta sono determinati dalla compressione radiale dell'elastomero e della pressione di contatto maggiore

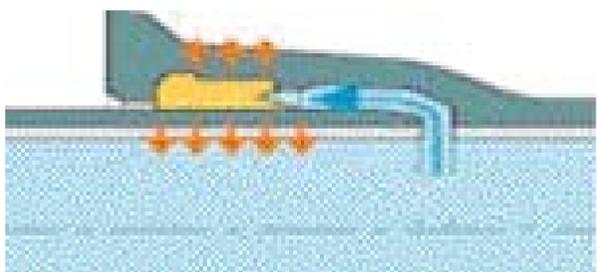
della pressione interna tale da divaricare le ali a coda di rondine della guarnizione spingendola omogeneamente verso le pareti interne del bicchiere assicurando così anche un'importante riserva di elasticità nel tempo.



Disassamento dei giunti: funzione della deviazione angolare ammissibili



Disposizione a catenaria della condotta in Ghisa sferoidale



Giunto Standard/Rapido

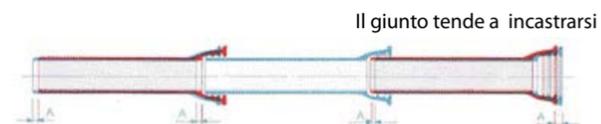
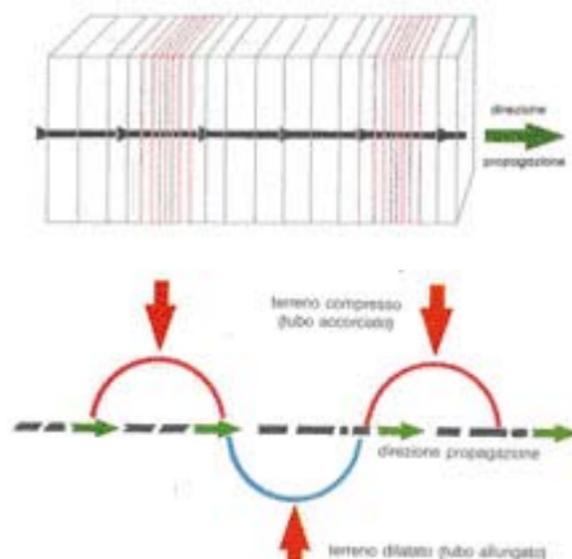
PRINCIPI DEL MECCANISMO DI TENUTA AI SISMI

Tenuta allo sfilamento - La direzione di propagazione delle onde sismiche è parallela all'asse della condotta.

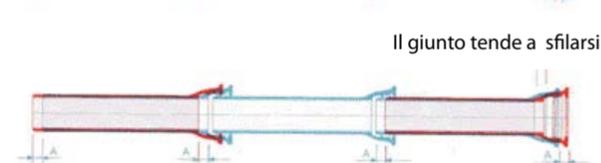
La tendenza alla compressione non comporta alcun problema, in quanto l'entrata dell'estremità liscia dentro al bicchiere fino alla battuta non provoca danni di tipo meccanico e non compromette la perfetta tenuta idraulica. La tendenza alla dilatazione tende a sbicchiere le tubazioni, che resistono fino al massimo valore di gioco assiale del giunto mentre oltre questo valore è consigliabile l'impiego di giunti antisfilamento che impediscono lo sbicchiamento pur mantenendo la possibilità di deviazione angolare oltre che ovviamente la perfetta tenuta idraulica.

Tenuta alle deviazioni angolari - La direzione di propagazione delle onde sismiche è ortogonale o trasversale all'asse della condotta.

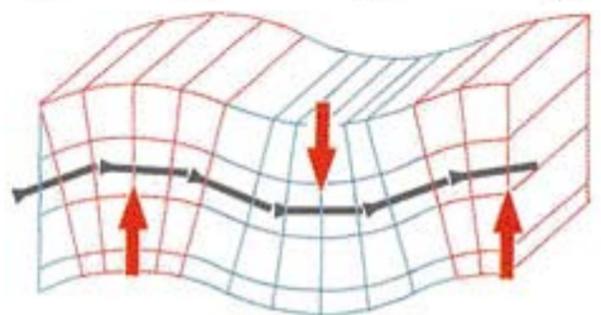
Grazie alla capacità di ogni giunto di sopportare importanti deviazioni angolari, entro questi valori la condotta segue i movimenti differenziali del terreno continuando a garantire la perfetta tenuta idraulica; oltre a questi valori, l'adozione di giunti antisfilamento rende ogni tubo solidale con il successivo, pur continuando ad assicurare una certa deviazione angolare e a mantenere la capacità di adattarsi ai movimenti del terreno.



Il giunto tende a incastrarsi



Il giunto tende a sfilarsi



CONCLUSIONI

In Paesi frequentemente e da tempo soggetti ad eventi sismici quali Giappone e California oltre che in Italia, Friuli ed Irpinia, si è sperimentalmente verificato che il migliore comportamento ai sismi è offerto dalle condotte in ghisa sferoidale, mentre condotte realizzate con materiali flessibili di scarsa resistenza meccanica tendono a rompersi facilmente tanto quanto avviene per condotte rigide costruite con materiali di elevate caratteristiche meccaniche che si rompono all'insorgere di sollecitazioni superiori ai valori limite.

Anche in assenza di sismi e pur in presenza di terreni franosi o cedevoli, è significativo che le condotte in ghisa sferoidale di distribuzione ed adduzione idrica, oltre che per il collettamento delle acque fognarie, siano state sperimentalmente ovunque verificate come quelle con il minore tasso di fallanza (numero di rotture/perdite per km di condotta) capaci così di offrire il favorevole risparmio della risorsa idrica, la salvaguardia ambientale nel rispetto dei parametri dello sviluppo sostenibile, aspetto quest'ultimo di particolare importanza relativamente alle acque reflue, alla loro depurazione ed all'auspicabile loro riutilizzo a valle per usi plurimi, irriguo ed industriale su tutti.

Ogni anno si posano circa 10.000 Km di condotte in Ghisa Sferoidale Saint-Gobain PAM nel Mondo a servizio di 100 Capitali, 1.000 grandi Città e, tra tutti i materiali, si è recentemente calcolato che su un orizzonte temporale di solo 20 anni, il più favorevole bilancio economico gestionale è garantito dalla grande affidabilità e durata dei Sistemi di condotte in Ghisa sferoidale ovunque risultati al riparo da disservizi per periodi di tempo assai maggiori dei 20 anni assunti per il calcolo economico!

Ghisa Sferoidale + Elasticità Giunto = Resistenza Antisismica per le Condotte Idriche e Fognarie

Acquedotto: Condotta GS NATURAL DN 400 mm



Saint-Gobain Pam Italia S.p.A.
Via Romagnoli, 6 - 20146 - Milano

Ing. PAOLO BERETTA
Responsabile Norme, Qualità e Offerte
Tel. 0039 - 02 / 42.43.499

CITTÀ DI CASTELLO (PG)

CEDIMENTO DELLA TORRE CIVICA

RISOLTO



Grazie alla tecnologia brevettata Urettek Deep Injections®

Problema

- Progressivo aggravarsi del cedimento in seguito ad un evento sismico.

Intervento

- Iniezioni Urettek Deep Injections® in profondità nel terreno.

Progetto

- Calcolo del miglioramento dei parametri del terreno con software dedicato.
- Modello 3D agli elementi finiti.

Risultato

- Messa in sicurezza della torre ed arresto definitivo del cedimento in corso.

Grafico Cedimenti Relativi/Tempo

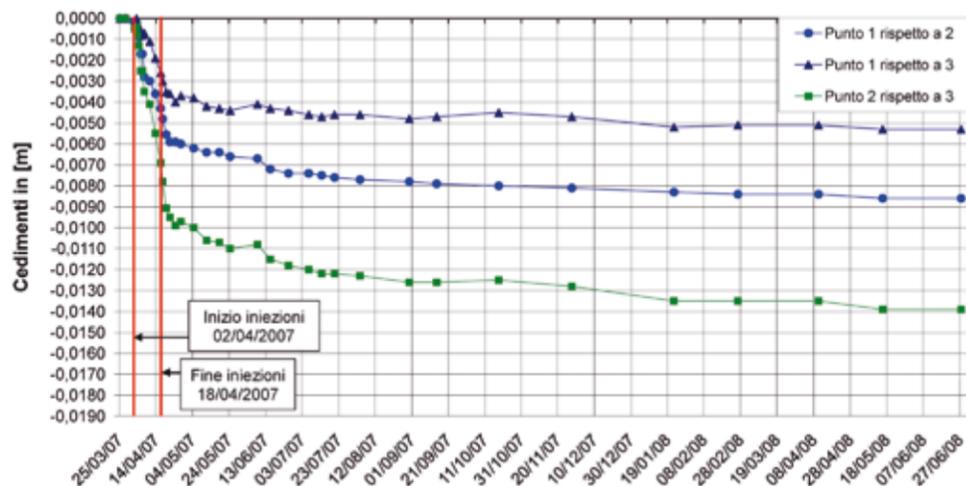
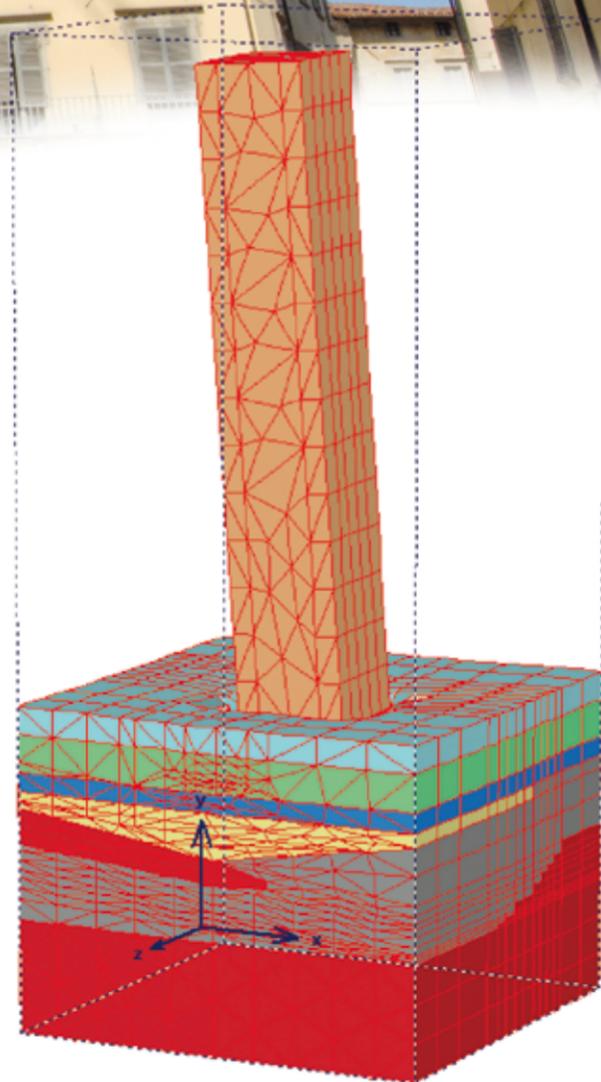
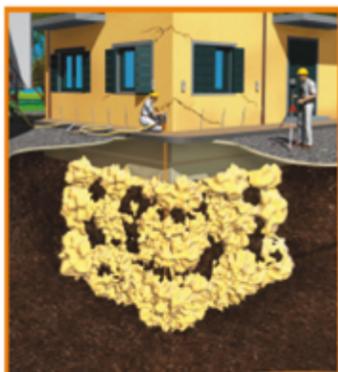


Diagramma cedimenti relativi/tempo. Il grafico mostra i cedimenti relativi a partire da una data antecedente alle iniezioni fino a luglio 2008, i punti 1, 2 e 3 sono posti in corrispondenza di tre spigoli dell'edificio.



Modello tridimensionale agli elementi finiti utilizzato per simulare il trattamento con iniezioni in relazione alla stratigrafia del terreno e alla deformazione della torre.

CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI CON RESINA URETEK GEOPLUS®



BREVETTO EUROPEO n. 0 851 064

- Non invasivo: senza scavi o lavori in muratura.
- Conveniente.
- Rapido ed immediatamente efficace.
- Non sporca e non produce scarti.
- Sicuro: con controllo laser.

Urettek Geoplus® è l'unica resina consolidante ecologica che può sviluppare una pressione di espansione superiore a 10.000 kPa (100 kg/cm²). Urettek Geoplus® è certificata dall'Università di Padova e coperta da Brevetto Europeo (domanda n° 1.314.824).

Numero Verde
800-323999

Per Informazioni e sopralluoghi gratuiti



SE RISOLVE, È URETEK.

www.uretek.it