

Il martellamento sismico e le soluzioni con dispositivi Sismocell

Il martellamento sismico, causato dall'urto ripetuto tra edifici adiacenti durante un terremoto, rappresenta una frequente causa di danneggiamento per le strutture. Questo fenomeno evidenzia l'importanza di soluzioni progettuali innovative e tecnologicamente affidabili, come l'utilizzo di dispositivi dissipativi, per mitigare il fenomeno e ridurre i danni agli edifici esistenti.

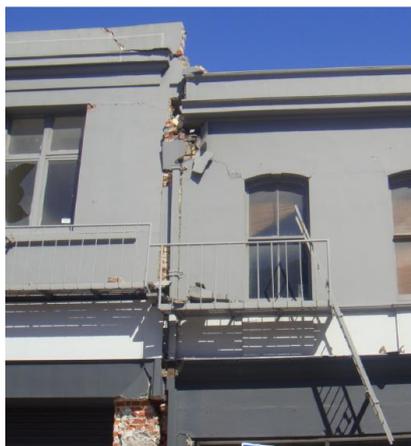
Il fenomeno del martellamento

Il **“martellamento sismico”** è un fenomeno che si verifica, durante un evento sismico, quando la distanza che separa due edifici adiacenti non è sufficientemente ampia per consentire liberamente il movimento relativo delle due strutture sotto l'effetto di azioni dinamiche orizzontali. In assenza di uno spazio adeguato allo spostamento richiesto dal terremoto, gli elementi strutturali urtano l'uno contro l'altro ripetutamente lesionandosi a vicenda.

Il fenomeno, noto dagli anni '80, è emerso in seguito al terremoto di Mexico City. In quell'occasione numerosi edifici si erano danneggiati a causa delle collisioni tra strutture adiacenti. Questi impatti localizzati, di notevole intensità, si verificano generalmente a livello degli impalcati o delle coperture.

In particolare, l'intensità e il numero di collisioni tra due strutture dipendono dalle caratteristiche dinamiche delle medesime e dalla loro distanza. Questo fenomeno rappresenta un rischio concreto in tutti i casi di edifici costruiti in tempi diversi e tra loro accostati, che siano di differente tipologia costruttiva, massa e rigidità.

Un esempio tipico sono i siti industriali nati con una prima struttura poi ampliata aggiungendo altre costruzioni con interventi successivi e ripetuti nel tempo.



*Development of pounding model for adjacent structures in Earthquakes -
S. Khatiwada, N. Chouw and J.W. Butterworth (2011)*

Le normative tecniche attualmente vigenti, per prevenire il fenomeno del martellamento sismico, prevedono che, nella progettazione delle nuove costruzioni, venga calcolato lo spostamento relativo delle strutture adiacenti, per garantire una distanza di separazione adeguata tale da consentire il libero movimento delle strutture durante le vibrazioni sismiche.

Nel paragrafo 7.2.1. del D.M. 2018, dove si tratta di distanza tra costruzioni contigue è precisato: “La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di *martellamento* e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue, secondo quanto indicato ai §§ 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 7.3.5.”.

Nel paragrafo 7.9.5.2 della stessa normativa, dedicato ai Ponti, si trova qualche ulteriore considerazione interessante.

“Al fine di evitare il martellamento tra diverse parti di impalcato tra loro contigue si dovranno rispettare i criteri enunciati al § 7.2.1, nella sezione “distanza fra costruzioni contigue”. Valori inferiori di tali distanze potranno essere adottati se il martellamento tra le parti produce meccanismi di rottura controllata e, compatibilmente con l’esercizio dell’infrastruttura, facilmente riparabili.”

La normativa fornisce quindi un’indicazione di come può essere gestito il fenomeno in una struttura esistente, dove l’ampiezza del giunto non è conforme a quella prescritta per le nuove costruzioni. In tale contesto possono essere impiegati i dispositivi **SismoCell** o **SismoBox**, che, montati nelle posizioni di giunto limitano le forze trasmesse tra le due strutture, subendo una “rottura controllata” e limitando gli effetti distruttivi del martellamento. I dispositivi rispondono quindi alla richiesta normativa di avere elementi che, pur danneggiandosi per effetto del sisma, risultano poi facilmente riparabili.

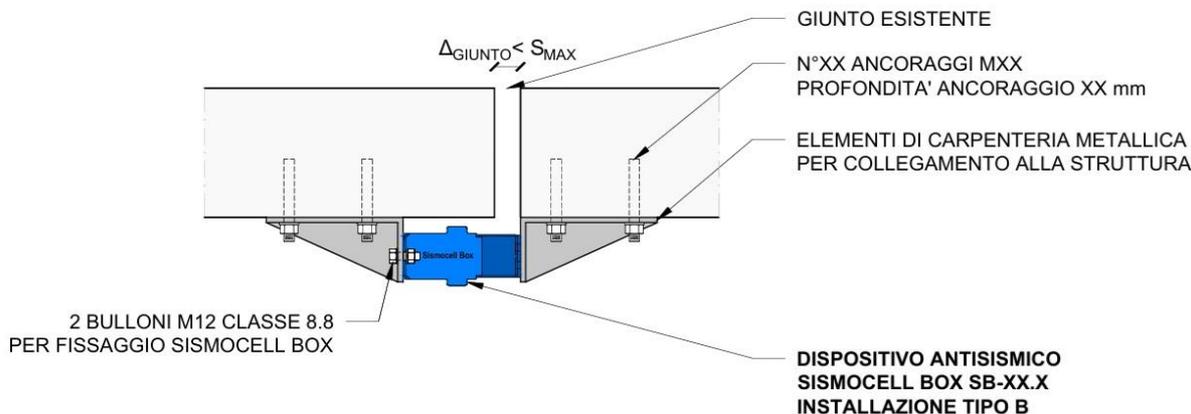
La riduzione del martellamento con dispositivi SismoBox

I dispositivi con un **comportamento a fusibile dissipativo** risultano **particolarmente efficaci nel controllare l’intensità delle forze trasmesse attraverso il giunto**, deformandosi plasticamente. L’effetto della dissipazione di energia dipende dall’ampiezza disponibile nel giunto. In caso di martellamento sismico, con l’installazione di questi dispositivi, si riducono, entro certi limiti, le forze trasmesse in corrispondenza del giunto tra i diversi corpi degli edifici. In generale, l’inserimento di dispositivi SismoBox consente di limitare i principali picchi di sollecitazione e di dissipare parte dell’energia. L’efficacia del dispositivo è limitata dall’ampiezza del giunto che, quando risulta molto modesta, potrebbe ridurre gli effetti.

Si possono utilizzare **due configurazioni differenti** (*Configurazione A* e *Configurazione B*) di installazione del dispositivo.

- A. **Per giunti di ampiezza (Δ_{GIUNTO}) minore della corsa del dispositivo (S_{MAX})**, il dispositivo SismoBox viene fissato ad una struttura e posto in semplice contatto con l’altra. **In caso di martellamento, il dispositivo entra subito in funzione controllando le forze trasferite tra gli edifici.** Nella fase iniziale si comporta elasticamente, fino al valore di forza di attivazione della taglia scelta. Superato tale valore inizia a deformarsi plasticamente dissipando energia e garantendo al contempo una limitazione della forza trasmessa. Raggiunta la deformazione pari all’ampiezza del giunto esistente, il dispositivo ha esaurito la sua funzione dissipativa.

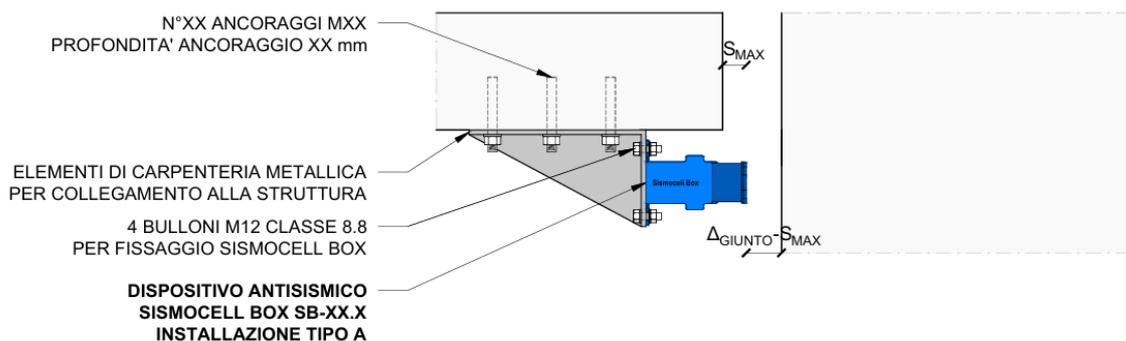
Il collegamento è di tipo monolatero: con un solo ancoraggio a uno dei due corpi strutturali, **per non modificare la dinamica della struttura in caso di allontanamento dei due corpi attigui** e per consentire alle strutture di spostarsi quando il giunto tende ad aprirsi.



Configurazione A di installazione dei dispositivi SismoBox per giunti anti-martellamento

Una **soluzione alternativa**, sempre riferita alla *Configurazione A*, prevede che il dispositivo sia **collegato ad entrambe le estremità alle diverse strutture**, funzionando a trazione e compressione e quindi anche quando le strutture tendono ad allontanarsi tra loro.

- B. Per giunti di ampiezza (Δ_{GIUNTO}) maggiore della corsa del dispositivo (S_{MAX}), il dispositivo SismoBox viene fissato ad una delle due strutture e posto a distanza dall'altra pari alla differenza tra ampiezza del giunto (Δ_{GIUNTO}) e la corsa del dispositivo (S_{MAX}). In caso di spostamento tra le due strutture si verifica un **movimento libero**, per l'ampiezza in cui non c'è contatto con il dispositivo. Quando poi lo spostamento supera tale valore, SismoBox entra in funzione controllando le forze trasferite tra gli edifici, comportandosi esattamente come sopra descritto al punto sopra.**



Configurazione B di installazione dei dispositivi SismoBox per giunti anti-martellamento

Per aumentare l'ampiezza dello spostamento dissipativo **i dispositivi SismoBox possono essere anche collegati in serie** in modo da sommare la capacità di spostamento di ciascuno di essi e soddisfare una maggiore richiesta di spostamento.

Esempio di applicazione dei dispositivi SismoBox anti-martellamento nei giunti

Tra le realizzazioni in cui i dispositivi dissipativi SismoBox sono stati utilizzati con funzione di **riduzione degli effetti del martellamento**, riportiamo di seguito **un caso applicativo significativo** per la specifica soluzione progettuale individuata dal Progettista strutturale.

L'installazione è avvenuta nell'ambito degli interventi di miglioramento sismico presso un Istituto scolastico in Basilicata, in zona sismica 2, frequentato da circa 150 alunni. La scuola presentava criticità dovute anche alla **presenza di giunti strutturali tra diversi corpi di fabbrica non abbastanza ampi per scongiurare fenomeni di martellamento sismico tra i blocchi della struttura**.



Installazione dispositivi SismoBox: Configurazione A (sinistra) e Configurazione B (destra)

La struttura, composta da diversi corpi strutturali giuntati tra loro realizzati con telai in calcestruzzo armato su tre livelli fuori terra, aveva allo stato di fatto un rapporto tra capacità e domanda sismica del 45% rispetto a quanto previsto dalle normative per gli edifici nuovi.

Per mitigare il rischio martellamento, è stato così progettato un intervento che prevedeva **l'installazione di dispositivi SismoBox, accoppiati in parallelo, nei punti critici dei giunti strutturali**.

I dispositivi SismoBox, in grado di dissipare l'energia sismica e ridurre le forze trasmesse tra i corpi della struttura, sono stati installati con **due configurazioni diverse (Configurazione A e Configurazione B) per adattarsi all'ampiezza variabile dei giunti**.

Nei punti con **giunti di ampiezza più ridotta**, è stata adottata la **Configurazione A** con i **dispositivi posizionati a contatto tra le due strutture** in grado di entrare subito in funzione in caso di spostamento relativo.

Nei punti con **giunti più ampi**, è stata adottata la **Configurazione B per consentire un movimento iniziale libero**, prevedendo un'azione del dispositivo solo oltre un certo valore di spostamento relativo per limitare la forza e il movimento. In particolare, nel caso specifico, in corrispondenza di un giunto con ampiezza $\Delta_{GIUNTO} = 10$ cm, sono stati utilizzati dispositivi SismoBox con massima deformazione $S_{MAX} = 4$ cm, installati lasciando uno spazio libero iniziale tra le due strutture, prima che il dispositivo entri in funzione, pari a $\Delta_{GIUNTO} - S_{MAX} = 6$ cm.

L'intervento con questi dispositivi ha consentito un efficace **contenimento del fenomeno del martellamento** causato dall'azione sismica, garantendo una maggiore sicurezza per l'edificio.

Soluzioni Sismocell personalizzate per il martellamento

I dispositivi della gamma **Sismocell**, caratterizzati da un'elevata **flessibilità di installazione**, si adattano ai contesti più diversi: dalle scuole, alle strutture industriali, agli edifici storici.

Il martellamento sismico, causato dall'impatto tra strutture adiacenti durante un terremoto, rappresenta un rischio significativo, soprattutto per edifici con rigidità diverse o costruiti in periodi differenti.

Tuttavia, grazie all'adozione di tecnologie innovative, è possibile ridurre significativamente il rischio, garantendo sicurezza e preservando la funzionalità degli edifici. Questi interventi dimostrano come le moderne tecnologie siano in grado di offrire **soluzioni ingegneristiche efficaci, flessibili e sostenibili per la protezione sismica**, anche delle strutture esistenti.