

Esperienze in piccolo...

Cristina Zanini Barzaghi, ingegnere civile ETH SIA OTIA

Studio d'ingegneria Borlini & Zanini SA, docente di strutture in calcestruzzo DACD SUPSI

Lo scorso mese di giugno, a Zurigo per lavoro, ho visitato la mostra "Dialog der Konstrukteure" curata da Aita Flury all'Architektur Forum al Neumarkt, e ne sono rimasta impressionata.

Rientrando in treno e leggendo il catalogo allegato alla mostra, mi sono chiesta quanto si poteva ritrovare nella nostra pratica professionale in Ticino, dove in genere ci si occupa di edifici molto meno appariscenti rispetto a quelli illustrati nella mostra.

In particolare ho cercato di riflettere sui tre modelli di collaborazione illustrati da Baumberger: monologo, soliloquio e dialogo.

Monologo o dialogo?

Personalmente mi trovo spesso ad operare nel primo modello.

L'architetto consulta l'ingegnere come specialista della struttura, con il desiderio di avere spessori minimi e confermare quanto da lui proposto. Se nella nostra analisi preliminare emergono varianti o possibilità di miglioramento della struttura che intaccano il concetto architettonico, esse difficilmente vengono considerate perché l'ingegnere deve rispettare i limiti del proprio campo di competenza. Ci sono architetti che adottano questo atteggiamento in modo consapevole per non perdere tempo e per non dover mettere in discussione l'edificio nel suo complesso. Perciò il mandato all'ingegnere viene attribuito solo sulla base dell'offerta d'onorario (che deve essere molto, molto basso) e il più tardi possibile quando la domanda di costruzione è già approvata e quindi le scelte architettoniche non possono più essere variate. Con questi vincoli non resta che operare solo da esecutore di calcoli statici e proporre solo i cambiamenti indispensabili: in genere siamo apprezzati se impieghiamo poca armatura e lavoriamo in modo non dispendioso.

Nel tempo però mi è stato possibile instaurare con alcuni architetti un'interazione più creativa già all'inizio della progettazione architettonica. Questi colleghi riconoscono che ciò porta a risultati proficui senza supplementi di onorario. Perciò provo soddisfazione quando nella cooperazione con l'architetto riesco a passare dal "monologo" al "dialogo": anche per piccoli oggetti è possibile e in genere si instaurano collaborazioni durature.

Il successo di questa cooperazione dipende essenzialmente dalla comprensione reciproca per le due discipline e dalla volontà di apprendimento e adattamento di entrambe le parti. Si tratta di conoscenze che vengono acquisite solo in parte nella formazione scolastica, e che dipendono fortemente dall'apertura di idee e dalle capacità di comunicazione indispensabili oggi anche nel nostro settore. Il presupposto fondamentale per un dialogo efficace è il coinvolgimento dei diversi specialisti già nella fase concettuale di progettazione dell'architetto.

Concorsi per team interdisciplinari

Purtroppo però nemmeno per oggetti più importanti, in Ticino e non solo, a noi ingegneri strutturisti viene data l'opportunità di esercitare questo dialogo. Si parla di "concorso d'architettura",

interpretando la costruzione come una creazione quasi esclusiva dell'architetto. In occasione dei concorsi ancora spesso non si richiede la formazione di un team di progettazione ma solo la partecipazione da parte degli architetti; eppure l'efficacia delle soluzioni proposte non dipende solo dall'espressione architettonica, ma anche dall'interazione delle varie specialità. Molti architetti sono attenti a questo aspetto e perciò in fase di concorso coinvolgono spesso di propria iniziativa gli specialisti per ottimizzare l'impostazione strutturale e impiantistica. Purtroppo succede poi che nella gran parte dei casi queste collaborazioni vengono trascurate sia al momento della pubblicazione dei risultati del concorso, sia al momento dell'attribuzione del mandato. Nella nostra realtà professionale di ingegneri, il concorso d'onorario è purtroppo molto più frequente rispetto alla collaborazione per i concorsi di team di progettazione.

Esperienze in piccolo

Dallo scambio d'informazioni fra colleghi, constato quindi che per il momento da noi il "dialogo tra costruttori" avviene prevalentemente grazie all'iniziativa dei singoli, architetti e ingegneri, che comprendono la qualità di questa interazione e la praticano nel loro piccolo; spesso senza che i committenti ne siano consapevoli. Si tratta comunque di esperienze positive, che toccano in genere edifici in calcestruzzo facciavista: un materiale molto amato nell'architettura ticinese e che ha grande tradizione nella nostra regione. Penso che per gli architetti ci sia qualcosa di magico in questo materiale che ha un sistema portante "misterioso" nascosto al suo interno (armatura e precompressione), e che permette una grandissima libertà di forme.

Nella maggior parte dei casi, anche gli architetti più esperti difficilmente comprendono le difficoltà statiche delle soluzioni proposte all'ingegnere. Perciò vorrei esporre alcuni concetti di base sulle strutture costituite da travi pareti in calcestruzzo con un piccolo esempio.

I sistemi lastre - piastre

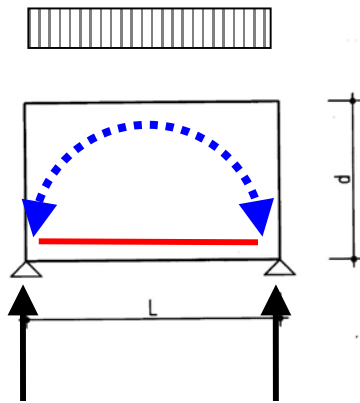
Nella costruzione in calcestruzzo armato vengono adottati sempre più dei sistemi strutturali con travi pareti. A livello strutturale significa che l'intero edificio viene scomposto in singoli elementi strutturali (lastre e piastre) che hanno contemporaneamente diverse funzioni strutturali: ad esempio una parete oltre a portare verso il basso i carichi verticali, può fungere anche da elemento di irrigidimento per la ripresa delle forze orizzontali dovute al vento. In genere questo tipo di analisi è tipico per il calcolo strutturale delle grandi strutture portanti come i ponti a cassone in calcestruzzo precompresso, ma non frequente per l'edilizia.

Le travi-parete

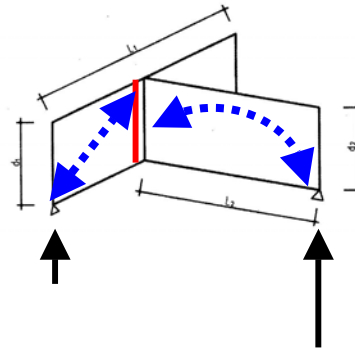
Se le pareti fungono da trave si parla di travi alte o travi-pareti. Il comportamento viene analizzato con schemi semplici costituiti da aste compresse o tese a traliccio o ad arco. Il metodo di dimensionamento sviluppato negli ultimi decenni dei campi di tensione permette di visualizzare l'andamento delle forze in modo chiaro.

Per semplificare l'analisi, le travi parete possono essere classificate in diversi tipi:

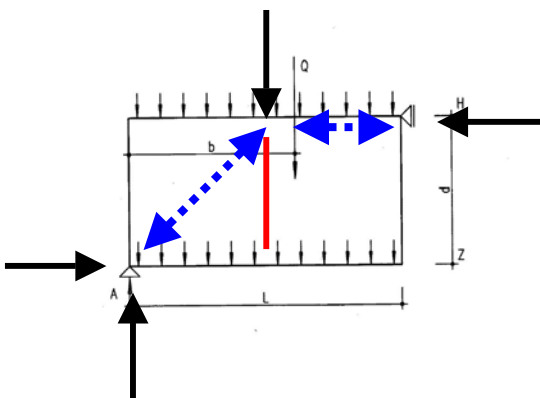
- a. travi parete ad appoggio diretto verticale
- b. travi parete ad appoggio indiretto verticale
- c. travi parete ad appoggio indiretto orizzontale



a) Appoggio diretto verticale:
L'appoggio è costituito da punti d'appoggio sottostanti, la parete agisce come una trave su due o più appoggi



b) Appoggio indiretto verticale:
L'appoggio a sinistra è costituito da una seconda trave parete che trasferisce le forze verticali fuori dal piano

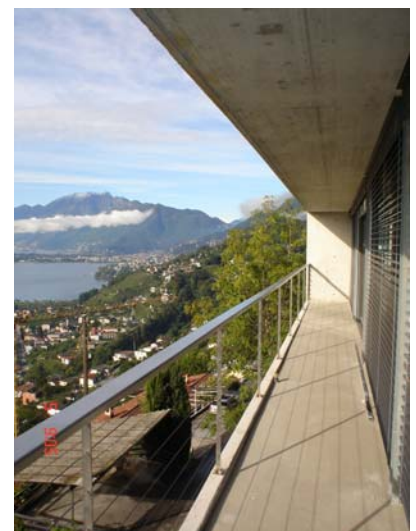


c) Appoggio indiretto orizzontale:
L'appoggio in orizzontale è costituito dalle solette che devono essere dimensionate per il trasferimento delle forze orizzontali su altre pareti

Un piccolo oggetto complesso: Casa Chappuis a Gordola (arch. Mauro Cereggetti)

In questa piccola casa sullo scosceso pendio sopra Gordola, il tema principale era la creazione di un affaccio importante e libero da appoggi sullo splendido panorama sul lago Maggiore verso sud-ovest. La casa è costituita da due parti: il corpo scale e servizi conformato a torre, con poche aperture, e la parte pregiata per l'abitazione molto aperta verso sud ovest. La zona giorno è allungata all'esterno a ovest con un porticato privo di appoggi, la zona notte sovrastante è costituita da una scatola aperta unicamente a sud con un grande balcone. La parte sottostante al soggiorno presenta una grande nicchia dove è inserito il posteggio.

Da punto di vista strutturale vi sono parecchi punti complessi che sono stati analizzati con diversi modelli strutturali. Per esempio il

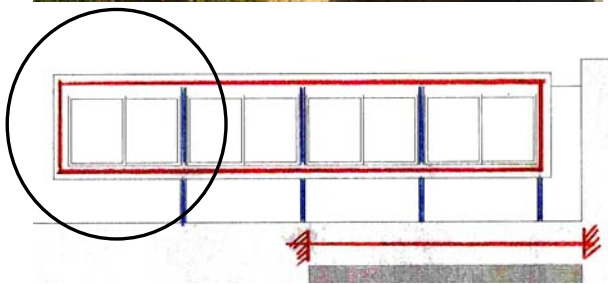
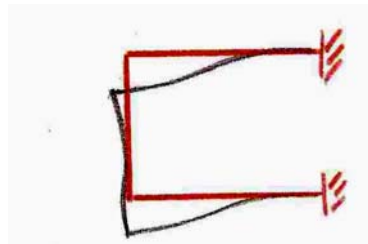


grande sbalzo sopra il piano giorno è stato dapprima valutato come telaio formato dalle solette a sbalzo.



vista sud:
a destra il porticato a sbalzo,
sotto la grande apertura senza appoggi

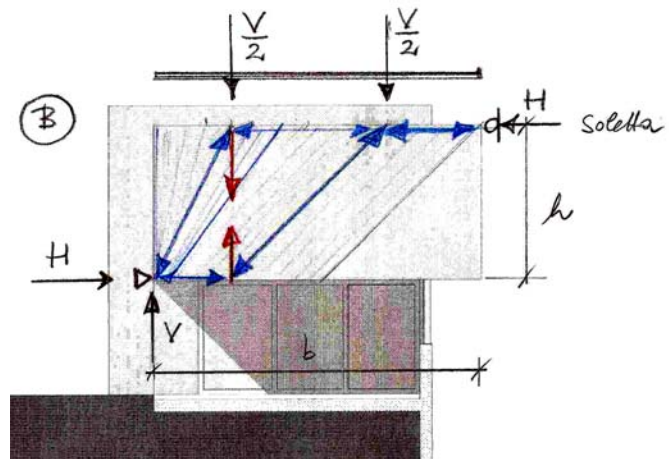
Sbalzo con modello a telaio



Da un'analisi più precisa si è poi considerato come sistema portante un modello a travi parete, che ha una maggiore rigidezza rispetto al modello a telaio. Risulta così necessaria la corretta interpretazione del flusso delle forze nei diversi elementi strutturali della casa (pareti perimetrali, pareti interne e colonne, solette), che nel caso di una trave parete con appoggi in orizzontale è solo in apparenza semplice.

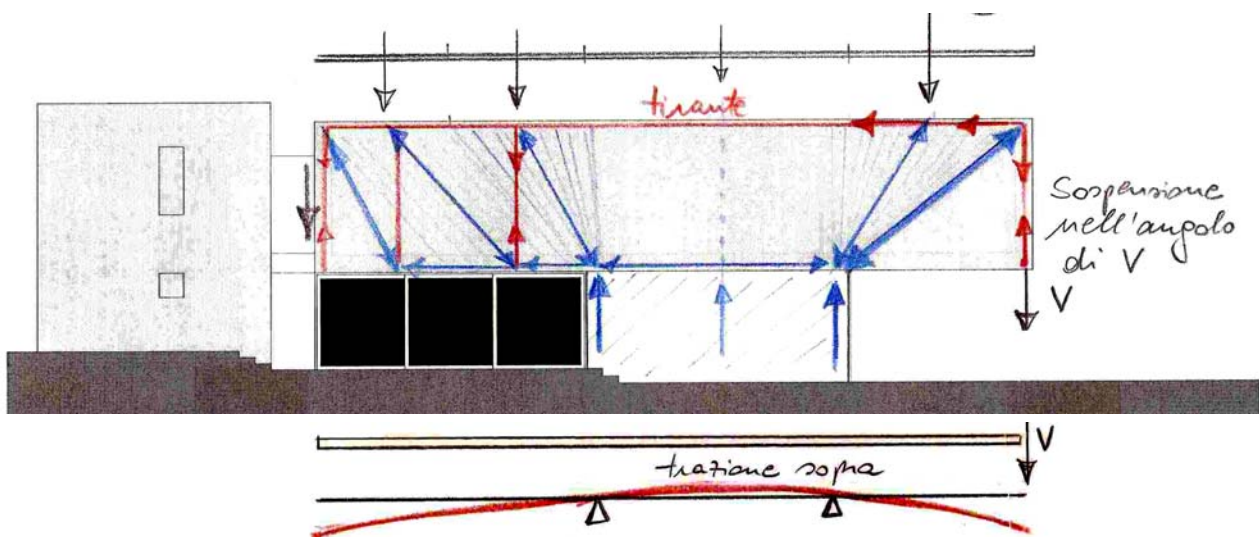
Con gli schemi strutturali sottostanti viene illustrato in modo qualitativo il procedimento scelto per il calcolo con la scomposizione in lastre.

1. Nella trave parete della facciata ovest (B) con appoggio indiretto orizzontale, l'aggancio alle solette garantisce l'equilibrio delle forze. L'appoggio verticale è costituito dall'estremità della trave parete a nord.





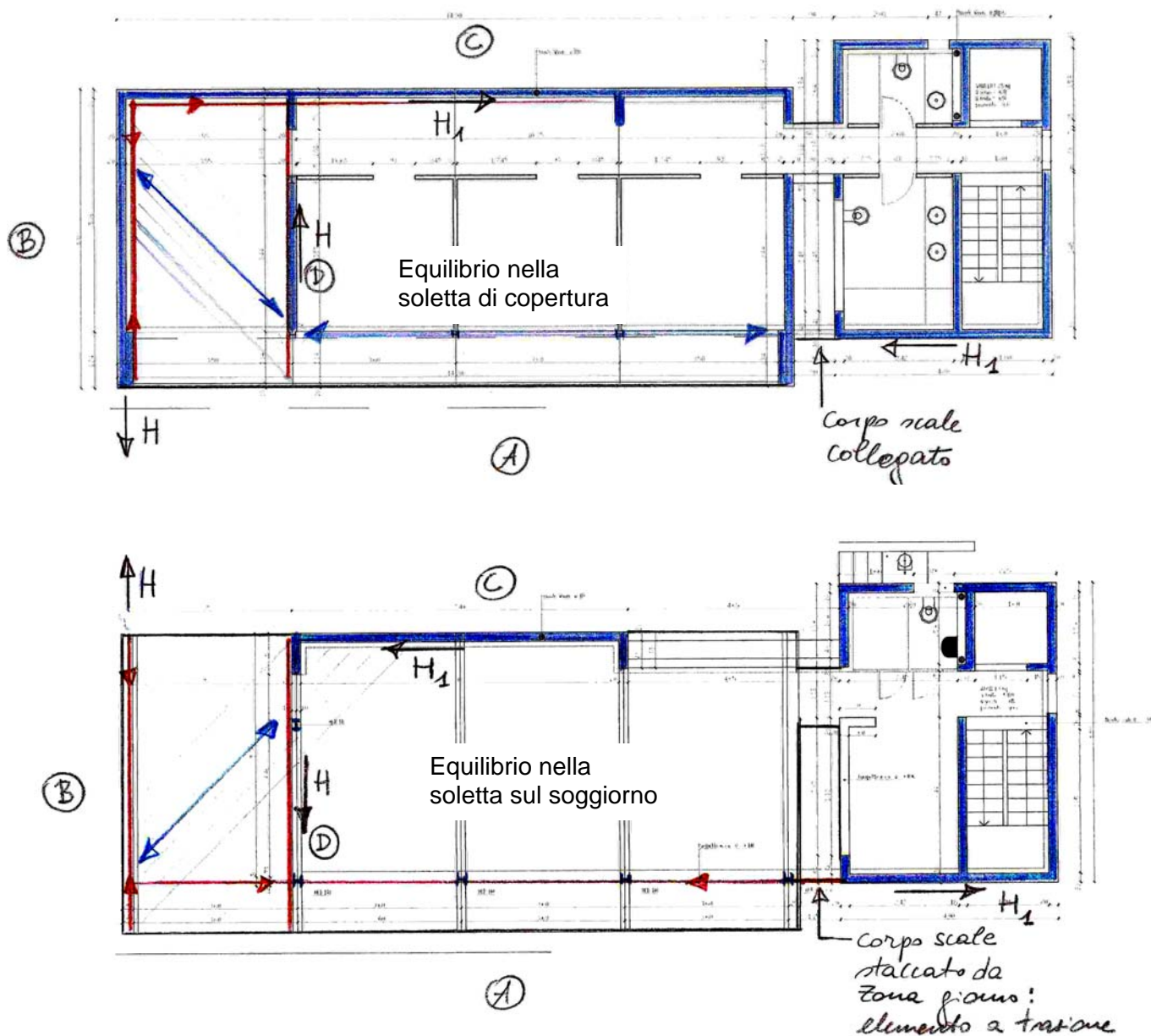
2. Nella trave parete a nord (C) il sistema statico corrisponde a una trave con due sbalzi



3. Le forze orizzontali nelle solette devono essere convogliate verso il basso attraverso altre pareti.

La ripresa dei carichi con la trave parete a ovest (B) necessita di un equilibrio con forze orizzontali nelle solette che devono essere trasferite su altre pareti. Le solette perciò, oltre a riprendere i carichi verticali, agiscono come lastre.

Nell'esecuzione si è dovuto seguire in modo attento tutte le fasi di posa dell'armatura e controllare che non fossero presenti elementi in getto nei punti maggiormente sollecitati.



Oltre alla tematica del grande sbalzo, nella costruzione di questa piccola casa sono stati trattati diversi altri aspetti strutturali particolari. Ciò ha reso questo cantiere molto interessante, con un proficuo dialogo con l'architetto.

Conclusioni

Fra le variegate attività di uno studio d'ingegneria civile, l'ingegneria strutturale resta ancora una delle attività più creative e appassionanti. Con i recenti concorsi per team di progettazione, dove il committente richiede da subito la cooperazione fra specialisti, è possibile instaurare subito un interessante dialogo fra le diverse discipline della costruzione. Ciò permette di valorizzare il lavoro che nell'ingegneria viene in genere svolto nell'ombra. La mostra "Dialogo tra costruttori" segnala che vi è ora maggiore sensibilità anche per questo tema.

Nel mio caso il dialogo è avvenuto finora spesso su piccoli edifici. Siccome penso che sicuramente esistono anche da noi esperienze più significative, spero che il dibattito su questo tema possa continuare con ulteriori contributi da parte degli ingegneri strutturisti ticinesi, che sono numerosi e con ottime competenze.

Riferimenti bibliografici

1. **Dialogo tra costruttori**, A. Flury, Architekturforum Zurigo, maggio 2006
2. **L'arte delle strutture, introduzione al funzionamento delle strutture in architettura**, A. Muttoni, Mendrisio Academy Press, 2006 ISBN 88-87624-03-8
3. **Ingenieure in Planungswettbewerb**, T. Puskas, WGG Schnetzer Puskas AG, Tec21 12/2007
4. **Bemessung von Betontragwerken mit Spannungsfelder**, A. Muttoni, J. Schwarz, B. Thürlimann, Birkhäuser Verlag ISBN 3-7643-5492-5

Archi Dialogo dei costruttori 27 marzo 2007