

Modellazione numerica di torri in muratura: la torre Astesiano ad Alba

di Sara Grande

Relatori: Stefano Invernizzi e Giuseppe Lacidogna



Le torri di Alba

Uno degli approcci possibili per studiare il comportamento statico di una struttura è quello di realizzare un modello numerico virtuale, tenendo in considerazione le sue caratteristiche geometriche, le sollecitazioni a cui è soggetta, il tipo di materiale impiegato. A tal fine è largamente diffuso l'utilizzo di software strutturali.

Oggetto del presente studio è stato un edificio in muratura di origini medievali e precisamente la Torre Astesiano di Alba. Per l'analisi del suo comportamento statico è stato utilizzato il codice DIANA, prodotto dall'ente olandese TNO in collaborazione con la TU Delft, e ci si è avvalsi dell'utilizzo del Server *Castigliano* del dipartimento di Ingegneria strutturale del Politecnico di Torino.

Per introdurre il problema, si è inizialmente descritto lo scenario storico ed architettonico della città di Alba e delle sue torri, che, secondo antichi cronisti, dovevano essere in gran numero, tanto da far definire Alba la *Città dalle cento torri*.

La Torre Astesiano è la terza torre di Alba per altezza, e presenta un quadro fessurativo che da anni è oggetto di studi. Attraverso un rilievo viene riportata la morfologia della torre comprensiva dello stato di degrado attuale.



Torre Astesiano, linea fessurativa del prospetto sud

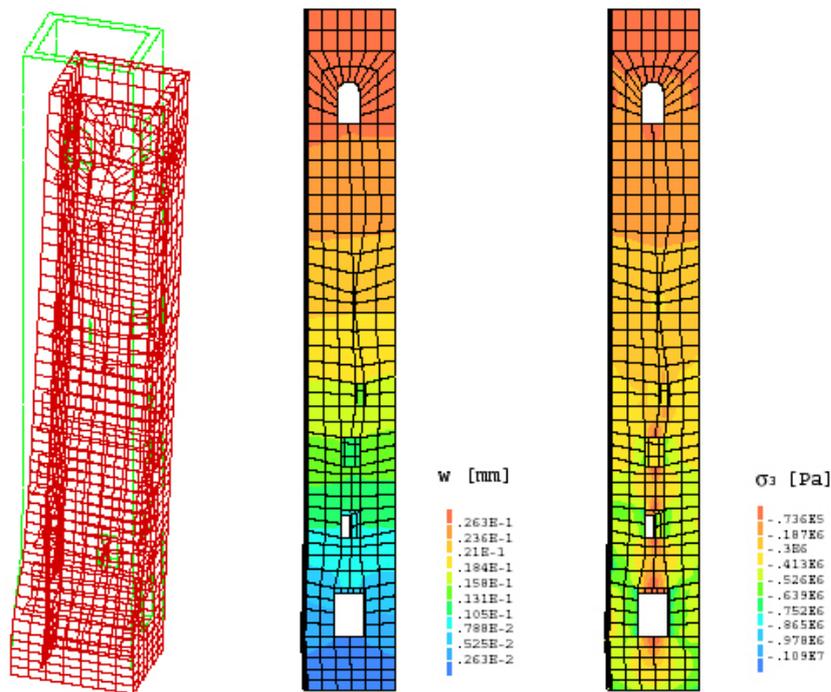
La trattazione prosegue con la descrizione del comportamento meccanico dei materiali fragili, per poi affrontare le proprietà meccaniche di una muratura. In particolare vengono trattati i fattori che ne influiscono la resistenza a compressione, le indagini sperimentali effettuate su una muratura, le teorie elastiche, fino alle cause dello schiacciamento nelle murature reali.

Il metodo numerico utilizzato per l'analisi è il *metodo degli elementi finiti*. Tale metodo consiste nella discretizzazione di una struttura al fine di determinare lo stato di sollecitazione in un ben determinato numero di elementi costituiti da punti detti nodi.

Il problema si riduce quindi alla determinazione di una configurazione di equilibrio, da cui, per interpolazione si ottiene il campo degli spostamenti di tali nodi. Per derivazione poi si ottengono le componenti di deformazione e mediante le equazioni costitutive, si risale al campo tensionale. Il grado di approssimazione dell'analisi dipende dal numero dei nodi con cui è stata discretizzata la struttura e dal comportamento costitutivo ipotizzato.

Per considerare l'esatta posizione delle aperture e i cambiamenti di sezione nello spessore dei muri ai vari livelli la struttura della torre è stata modellata tramite 1144 elementi finiti tridimensionali, ciascuno caratterizzato da 20 nodi. Le diverse problematiche incontrate nella costruzione del modello, quali: generazione della geometria, vincoli, proprietà dei materiali costituenti la torre, definizione dei carichi, sono descritte in dettaglio nella tesi.

L'analisi numerica è stata condotta considerando come carichi il peso proprio e l'azione del vento che è stata calcolata secondo la normativa.



Grafici dei risultati ottenuti

Sono state considerate due configurazioni: un primo modello si propone di descrivere la situazione ideale della struttura integra, senza il danneggiamento attuale, che è poi la soluzione alla quale si vuol tendere, proponendo un intervento di consolidamento. Il secondo modello è stato messo a punto per descrivere il comportamento della struttura con la presenza della fessura del prospetto sud.

Per validare i modelli ci si è avvalsi di dati acquisiti in precedenti studi e monitoraggi compiuti sulla torre, ed in particolare si sono confrontati i dati ricavati dalle prove non distruttive effettuate con l'utilizzo dei martinetti piatti, con quelli ricavati dall'analisi di calcolo.

Dallo studio condotto si è constatato come sostanzialmente sotto l'azione dei carichi ipotizzati, gli spostamenti verticali ottenuti da entrambi i modelli hanno valori simili. Mentre gli spostamenti orizzontali assumono valori maggiori nel caso del secondo modello.

Lo stato di fessurazione rilevato e considerato nel modello danneggiato influenza decisamente lo stato deformativo della struttura nel piano orizzontale. Situazione da tenere in conto nel caso di un possibile evento sismico, non considerato nel calcolo eseguito.

Per suggerire una proposta di intervento statico sulla torre, si sono considerati possibili interventi alternativi realizzabili su strutture in muratura, e precisamente: iniezioni di miscele leganti, posa di tiranti metallici prelie perforazioni, metodologia del *cuci – scuci*.

Si è deciso di proporre come possibile intervento di consolidamento la metodologia del *cuci – scuci*, scelta principalmente dettata dalla tipologia di muratura costituente la torre.

Per ulteriori informazioni, e-mail:

Sara Grande: saragrande@interfree.it