

## Prof. Maurizio Angelillo

Professore ordinario di Scienza delle Costruzioni  
Università degli Studi di Salerno | Dipartimento di Ingegneria Civile

# VALUTAZIONE PRATICA DELLE VOLTE IN MURATURA CON APPLICAZIONE ALLE SCALE A SBALZO A SPIRALE

Il seminario affronta il tema dell'equilibrio limite di gusci sottili in muratura. Il modello adottato per la muratura è quello di materiale rigido non resistente a trazione - *NRNT material*, che rappresenta una estensione del modello di Heyman al continuo 2D e 3D e per il quale risultano validi sia il teorema cinematico che quello statico dell'analisi limite. Il presente studio focalizza l'attenzione sulla possibilità di applicare l'approccio statico dell'analisi limite allo studio di volte e cupole in muratura. In particolare, il metodo numerico proposto è incentrato sulla determinazione di una classe di stati di sforzo di pura compressione che siano in equilibrio con i carichi applicati. La semplice esistenza di una siffatta classe è prova che la struttura sia sicura; gli elementi di questa classe, inoltre, possono essere usati per valutare il grado geometrico di sicurezza della struttura e per stimare delle delimitazioni della spinta esercitata dalla struttura lungo il suo contorno.

Con questo modello semplificato, lo stato di sforzo prevalente può essere considerato come uno sforzo concentrato applicato alla membrana  $S$  contenuta all'interno della muratura e il problema dell'equilibrio di questa membrana  $S$  può essere formulato in termini di sforzi proiettati sul piano  $\Omega$  dato dalla proiezione di  $S$  su un piano orizzontale. La ricerca degli sforzi può essere ricondotta alla soluzione di una equazione differenziale alle derivate parziali del secondo ordine in termini di potenziale degli sforzi  $F$ : affinché lo sforzo membranale sia di compressione, il potenziale  $F$  deve essere concavo. Come per il caso della linea delle pressioni negli archi, la superficie  $S$  non è fissa ma variabile, purché rimanga contenuta all'interno dello spessore della muratura. Sotto queste ipotesi semplificative, l'intera classe degli stati di sforzo equilibrati per un guscio in muratura è ottenuto muovendo e deformando  $S$  all'interno della muratura e anche, per ogni forma assegnata, cambiando le condizioni al contorno per  $F$ , ovvero la distribuzione della spinta lungo il contorno.

La ricerca di uno stato di sforzo ammissibile in una membrana è condotta iterativamente, per approssimazioni successive; questo tipo di procedura manuale si basa su ragionevoli assunzioni della forma iniziale - indicata con  $f$  - o della proiezione iniziale dello sforzo - con ipotesi sul potenziale di sforzo  $F$  - e richiede un onere notevole che potrebbe non essere ripagato. Obiettivo principale del lavoro qui presentato è la scrittura di un codice di calcolo numerico per la valutazione dell'interazione tra la forma  $f$  e il potenziale degli sforzi  $F$ , sviluppando uno schema di ottimizzazione convergente capace di dare luogo a uno stato di sforzo "sicuro", noti i materiali e i vincoli geometrici, cioè la concavità di  $F$  e l'inclusione di  $f$  all'interno dello spessore della muratura. Alla disquisizione teorico-metodologica segue la disamina di un caso studio che mostra l'applicazione dell'approccio numerico nello studio dello stato di equilibrio di una particolare tipologia di struttura in muratura: le scale a sbalzo a spirale.