

Concezione di una passerella pedonale sospesa attraverso l'ottimizzazione numerica

di Paolo Caleo e Fiammetta Venuti

Relatore: Paolo Napoli

Correlatori: Luca Bruno, Massimiliano Lazzari

Scopo di questo lavoro è presentare alcune linee guida per la concezione e il progetto di strutture di funi. La Tesi si articola in due parti: la prima è dedicata alla descrizione delle caratteristiche delle strutture di funi e del metodo progettuale; nella seconda parte il metodo proposto è applicato al progetto di una passerella pedonale sospesa.

PARTE I

Le strutture di funi presentano delle peculiarità meccaniche che impediscono un approccio alla progettazione di tipo tradizionale. Tra le ragioni che non permettono di scindere il momento della concezione da quello del calcolo della struttura, il carattere di ipostaticità delle funi, le quali, mancando di rigidità a flessione e taglio, assumono diverse configurazioni geometriche al variare dei carichi applicati. Questo intimo rapporto tra forma e struttura determina la necessità di una prima fase di progetto per la ricerca dello stato zero, ovvero di quella configurazione geometrica, associata ai carichi permanenti e ad uno stato di pretrazione, che garantisce l'equilibrio della struttura nelle diverse condizioni di carico.

Il metodo progettuale qui proposto si articola in quattro fasi:

1. Uso di strumenti empirici: concezione assistita da modelli fisici in scala ridotta che soddisfino alcuni dei requisiti di similitudine geometrica e meccanica tra il prototipo e il modello stesso.
2. Simulazione numerica: analisi statica e dinamica di un modello non lineare agli elementi finiti la cui geometria sia assunta a partire dal rilievo del modello empirico.
3. Ottimizzazione: processo rigoroso di ricerca del progetto ottimale attraverso la variazione del valore delle variabili di progetto, il vincolo sulle variabili di progetto e di stato, la minimizzazione di una quantità specifica – detta funzione obiettivo.

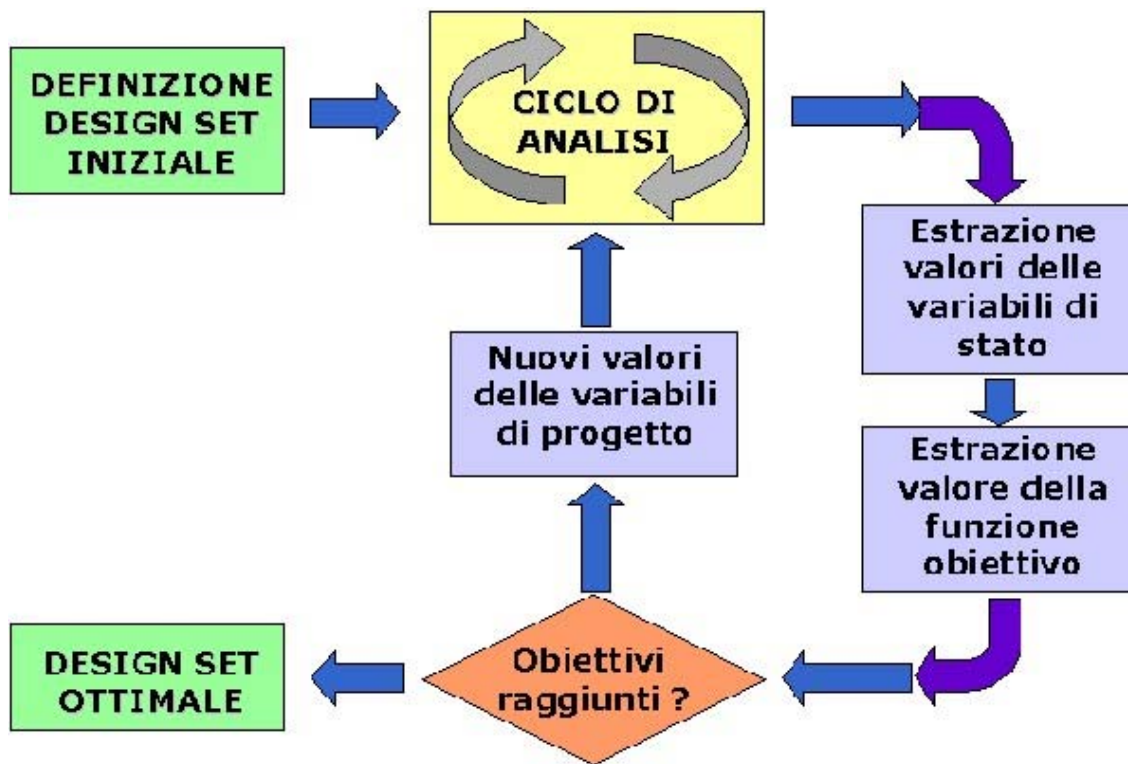
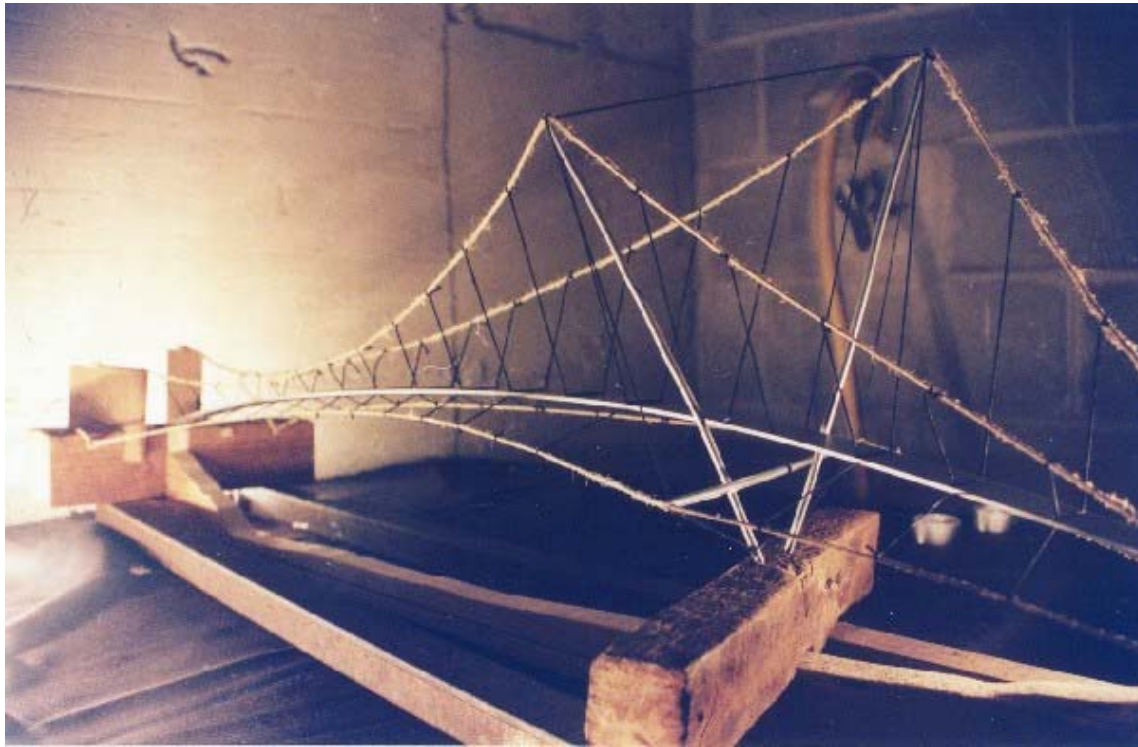


Diagramma di flusso del processo di ottimizzazione

4. Valutazione e verifica: lettura critica dei risultati, verifica della risposta del modello a sollecitazioni statiche e dinamiche caratteristiche ed eventuale *feedback* sul percorso progettuale in caso di mancata verifica.

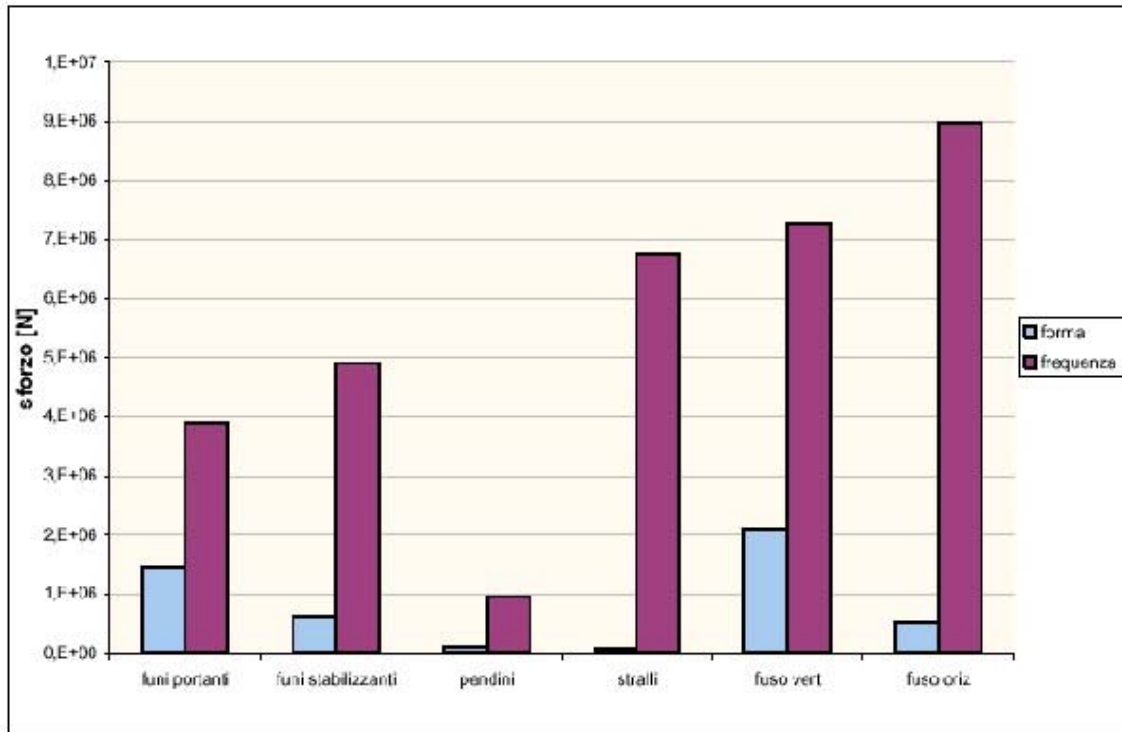
PARTE II

Il metodo presentato è stato applicato al progetto di una struttura di funi. Lo spunto progettuale è tratto da un concorso europeo per studenti indetto dall'Università di Ginevra per l'anno 2002, dal titolo: "*Traverser le courant – tracer une liaison. La passerelle des Allobroges à Genève*". Dalle suggestioni nate nella fase preliminare di indagine storica e tipologica, si è concretizzata l'idea di una passerella pedonale sospesa, con alcuni elementi riconducibili alla tipologia del *tensegrity*.



Tutte le fasi del metodo sono state ripercorse. Il modello empirico è stato rilevato, permettendo di costruire un modello matematico da sottoporre alla fase di simulazione numerica. L'ottimizzazione, fulcro del metodo progettuale, è stata condotta con due diversi criteri: un'ottimizzazione "per forma", più severa sui parametri geometrici con l'obiettivo di ottenere una configurazione il più vicina possibile a quella di rilievo, e un'ottimizzazione "per frequenza", più attenta ai requisiti di efficienza strutturale. Il risultato dei due processi di ottimizzazione è stata la definizione di due diversi stati zero, i cui comportamenti sono stati confrontati in sede di verifica.

I due stati zero ottenuti si differenziano essenzialmente per l'entità dei pretiri nelle funi: la struttura ottimizzata con attenzione all'efficienza strutturale ha pretiri nelle funi molto più elevati, di conseguenza è più rigida e meno deformabile della struttura ottimizzata con attenzione solo all'aspetto formale.



Confronto tra gli sforzi degli elementi nelle due strutture

Il metodo sperimentato si è rivelato particolarmente valido per la concezione delle strutture di funi, ma può certamente essere esteso ad altri tipi di struttura, vista la versatilità conferitagli dall'ottimizzazione, una tecnica che può essere condotta con qualunque criterio.

Per informazioni, e-mail:

Paolo Caleo: tumuerto@hotmail.com

Fiammetta Venuti: fiammetta@venuti.com