



Ponte sullo Stretto: perché si può. L'ingegneria italiana è pronta

I "grandi salti" nelle misure sono possibili:
ce lo dimostrano anche i grattacieli

SEZIONE SCIENTIFICA



Con la pubblicazione in Gazzetta ufficiale della legge n.58/2023 di conversione del decreto-legge n.35/2023 è stata definitivamente approvata la realizzazione del **Ponte**

sullo stretto di Messina. A riguardo lo scorso 23 marzo il Cni ha istituito uno specifico Gruppo di lavoro nell'ambito dell'ingegneria strutturale, al quale partecipano esperti italiani in materia. L'avanzamento di conoscenze, competenze e tecnologie portano oggi a ritenere **concretamente realizzabile l'opera** e il Cni vuole mettere a disposizione – istituzionalmente – le competenze della comunità ingegneristica.

Tra le grandi sfide che nel corso della sua storia hanno accompagnato l'ingegneria strutturale vi è certamente l'inseguimento di primati sempre più ambiziosi nella realizzazione di opere di dimensioni significative in altezza e in orizzontale, opere che nella pratica si concretizzano negli edifici alti e nei ponti di grande luce, rispettivamente.

EDOARDO COSENZA
Consigliere del CNI e Coordinatore del Gruppo di Lavoro "Ponte sullo Stretto"

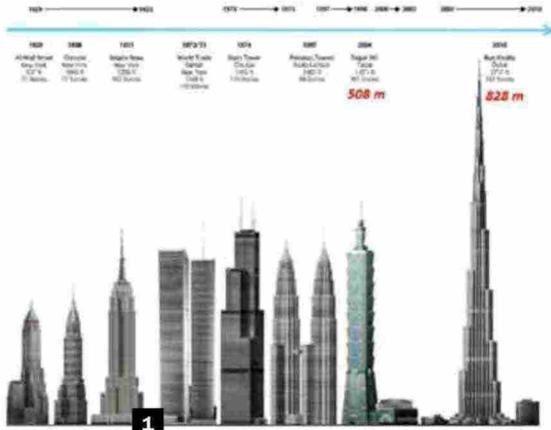
DANIELE LOSANNO
Ingegnere e ricercatore presso l'Università degli Studi "Federico II"

Alla domanda se sull'orizzonte temporale sia possibile avere delle discontinuità, ovvero dei "salti" tra realizzazioni consecutive di una data tipologia costruttiva, portiamo l'esempio di quanto già accaduto per i grattacieli. La realizzazione del Burj Khalifa – ultimato nel 2010 – con i suoi 828 metri di altezza ha generato un balzo verso l'alto di 320 metri rispetto al precedente record di 508 fissato dal Taipei 101, con un rapporto tra le altezze dei due edifici pari a 1,63 (Figura 1). Com'è possibile giustificare questa discontinuità, ovvero un incremento dell'altezza "record" del 63% rispetto a quello che poco prima deteneva il primato dell'edificio più alto del mondo? La risposta

37

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

134083



1
Evoluzione storica dell'altezza degli edifici più alti del mondo

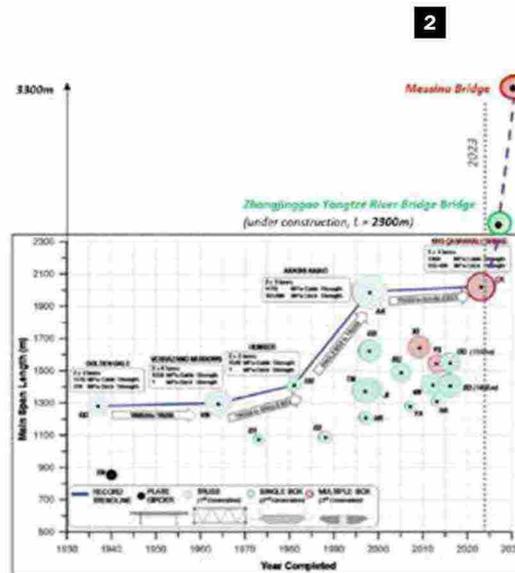
è da ricercarsi nella consapevolezza che discontinuità di questo tipo risultano possibili soltanto quando nella progettazione interviene un cambio di paradigma nella concezione strutturale della tipologia costruttiva, affiancato da un significativo avanzamento tecnologico. Con il Burj Khalifa non solo lo schema strutturale si è modificato con l'introduzione di elevazioni a setti in cemento armato che portano ad avere una struttura molto più rigida rispetto ai precedenti sistemi in acciaio, ma sono anche state sviluppate nuove tecnologie per il pompaggio di calcestruzzi ad altissime prestazioni fino a 586 metri di altezza.

Nel caso dei ponti sospesi di grande luce, a causa della elevata deformabilità e leggerezza dell'impalcato il problema principale dal punto di vista strutturale è rappresentato dagli **effetti del vento in regime dinamico per fenomeni di interazione vento-struttura**. Il problema del vento ha determinato per circa venti anni una stagnazione della luce massima dei ponti sospesi intorno a un valore di 2mila metri. Il ponte Akashi Kaikyo in Giappone - ultimato nel 1998 con una luce della campata principale di 1.991 metri - è stato fino al 2022 il più lungo al mondo. La sezione dell'impalcato dell'**Akashi Kaikyo** - con un'altezza pari a 14 metri - è di tipo tradizionale (c.d. impalcato di prima generazione) con una struttura reticolare che risulta molto rigida torsionalmente e verticalmente (ovvero dello stesso tipo del **Golden Gate Bridge**). La soglia dei 2mila metri di luce è stata varcata soltanto grazie

allo sviluppo recente di nuove tipologie di impalcato a forma aerodinamica - più snella e con profilo alare - con significativa riduzione dell'altezza di sezione (Figura 2). In antitesi con quanto accaduto per gli edifici alti interessati da un incremento di rigidezza significativo, sostanzialmente per i ponti sospesi tale innovazione si è tradotta in una riduzione della rigidezza dell'impalcato (in particolare del rapporto tra rigidezza torsionale e verticale), che di conseguenza tende a diventare più permeabile al vento così da mitigarne significativamente gli effetti (Figura 3). A oggi il ponte in esercizio più lungo del mondo è infatti quello dei Dardanelli (Canakkale 1915 Bridge, inaugurato in Turchia dal presidente Erdogan il 18 marzo 2022), con una luce della campata centrale pari a 2.023 metri e una sezione aerodinamica del tipo multi-box (c.d. impalcato di terza generazione) costituita da due cassoni in acciaio distanziati collegati da traversi intervallati. Questa tipologia di sezione è definita nella letteratura tecnica come "Messina Type" in quanto utilizza gli estesissimi studi fatti all'epoca per il Ponte sullo stretto, alla cui realizzazione però non si diede seguito.

Nel caso del Ponte di Messina, il progetto definitivo approvato nel 2011 prevede uno schema a campata unica da 3.300 metri. Il progetto esecutivo che andrà sviluppato nei

2
Evoluzione storica della luce dei ponti sospesi con distinzione per tipologie di impalcato

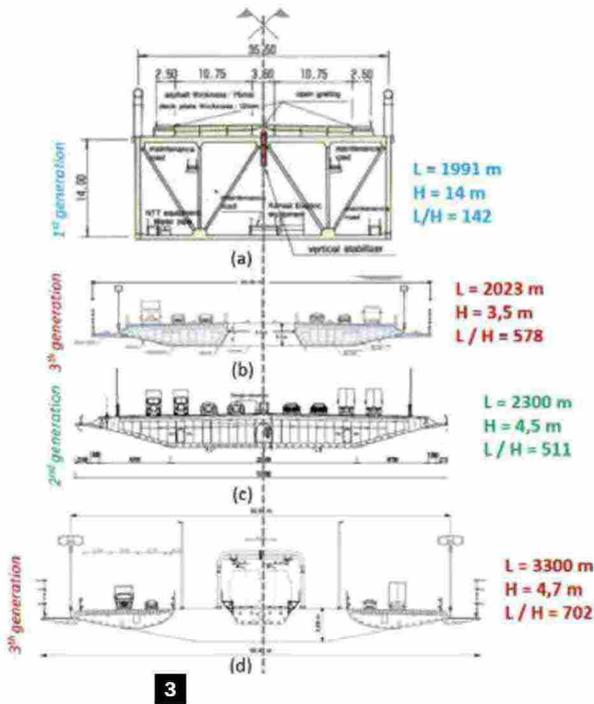


SEZIONE SCIENTIFICA

38

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

134083



3

Evoluzione della forma della sezione e del rapporto tra luce (L) e altezza (H) per i "super-long span bridges": (a) Akashi Kaikyo, (b) Canakkale 1915 Bridge, (c) Zhangjinggao Yangtze River Bridge, (d) Messina bridge

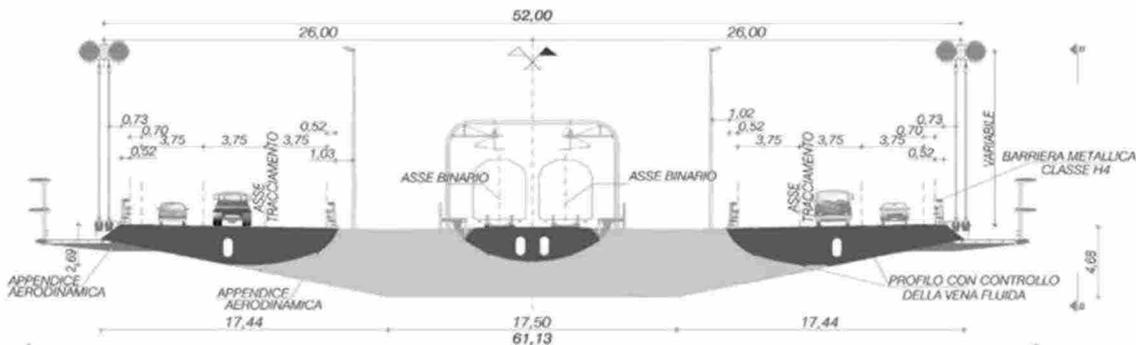
prossimi mesi dovrà recepire le osservazioni dell'epoca e al contempo beneficiare della disponibilità di nuovi materiali innovativi e più raffinate sperimentazioni numeriche e di laboratorio. La luce del Ponte sullo Stretto risulta essere esattamente 1,63 volte quella del ponte sui Dardanelli (= 3300/2023), così riproponendo per i ponti di grande luce lo stesso salto - ma in avanti anziché in altezza - già registrato per gli edifici alti circa un decennio prima! Come nel caso del nuovo

record degli edifici alti, questo è il risultato di un cambio di paradigma strutturale (da struttura molto rigida torsionalmente a struttura "trasparente" al vento) e di tanta nuova tecnologia.

In realtà occorre precisare che attualmente il ponte in costruzione più lungo del mondo si trova in Cina (**Zhangjinggao Yangtze River Bridge**) e presenta una campata centrale di 2.300 metri con una sezione dell'impalcato aerodinamica monolitica di tipo mono-cellulare, ovvero a cassone unico (cd. impalcato di seconda generazione). In questo caso la luce del Ponte sullo Stretto si "riduce" a 1,43 volte quello del ponte cinese in costruzione: si tratta in ogni caso di un rapporto ragguardevole ma esattamente già raggiunto in passato nella storia dei ponti (un'altra interessante coincidenza) nel passaggio dal ponte Humber all'Akashi Kaikyo (Figura 2). Il salto in avanti compiuto dal ponte di Messina è reso possibile grazie alla forma aerodinamica singolare dell'impalcato che richiama la tipologia multi-box di terza generazione, ma che rappresenta un unicum con i suoi tre cassoni in acciaio distanziati (**c.d. sezione "Messina Type", come già detto**), di cui uno centrale per alloggiare il traffico ferroviario e due laterali per il traffico veicolare, collegati da trasversi di altezza massima di soli 4,7 metri (Figura 4). Per arrivare a tale risultato molti sono stati gli studi condotti negli ultimi anni, sia di carattere numerico che sperimentale su modelli in scala ridotta in galleria del vento. Dal punto di vista tecnologico, per la realizzazione dell'opera saranno impiegati

Sezione di impalcato "Messina bridge" del tipo a cassone tri-cellulare

4



SEZIONE SCIENTIFICA

39

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.



5



Viste 3D del ponte sullo stretto di Messina, dall'alto e dal basso

SEZIONE SCIENTIFICA

40

cavi di sospensione di grande diametro in acciaio ad altissima resistenza nella forma di funi prefabbricate a fili paralleli. Dal punto di vista costruttivo, l'impalcato verrà trasportato via mare per conci di 60 metri e collocato in opera tramite sollevamento, mentre i piloni principali saranno realizzati per conci a sezione ottagonale con torri ad H multipla a due gambe collegate da tre traversi per un'altezza di 399 metri (Figura 5). Considerando inoltre la collocazione del Ponte in una zona ad alta sismicità, proprio grazie alla sua elevata deformabilità e all'impiego dei più moderni dispositivi antisismici, è possibile affermare che il rischio correlato sia contenuto entro livelli accettabili anche in caso di eventi particolarmente significativi; il primo modo di vibrare nei ponti sospesi è quasi praticamente pendolare, con gran parte della massa che oscilla con punto fisso alla quota più alta delle antenne, e infatti il periodo corrispondente è al di sopra dei 30 secondi.

Si sottolinea che la realizzazione del Ponte non va vista come opera puntuale, ma **deve procedere in parallelo con l'implementazione e il potenziamento delle strutture ferroviarie e stradali** nella logica dello sviluppo integrato delle reti infrastrutturali. In quest'ottica il quadro degli investimenti stradali e ferroviari in Calabria e in Sicilia sembra imponente, con molte opere in realizzazione o già appaltate. Senza dubbio l'opera potrà rappresentare una leva importante per lo sviluppo delle regioni direttamente interessate e dell'intero Paese. Possiamo affermare dunque che, a distanza di 25 anni dal ponte Akashi Kaikio, non siamo più davanti a una sfida dagli esiti incerti.

Considerazioni euristiche contrarie non reggono, si tratta di un'opera molto studiata e certamente fattibile. **L'ingegneria, quella italiana in particolare, è certamente pronta.**

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

134083