

PONTI SOSPESI A GRANDI LUCI

L'innovazione

In Svezia stanno mettendo in cantiere il progetto di un tunnel sottomarino lungo 42 Km per abbreviare i tempi di percorrenza automobilistici da Stavanger a Bergen. Detto in altre parole, per congiungere due città che in totale hanno una popolazione pari a quella di Bologna e Piacenza messe insieme. Bypasserebbe un bel numero di fiordi, questo è vero, ma l'avanti indietro fra le due città è già garantito da un funzionante servizio battelli e ferry-boat. In caso di tempeste eccezionali, sopprimerrebbe la strada esistente, come ha fatto da sempre.

Nello stesso tempo si sta progettando per scopi commerciali il tunnel sotto lo stretto di Bering, per collegare nientemeno che Russia e Stati Uniti in Alaska, beneficiario indiretto il Canada di Vancouver, sulla costa del Pacifico, che ne trarrebbe vantaggi non trascurabili. Probabilmente la transiberiana non sarà più quella dei film dei nostri ricordi. Neppure la Siberia rimarrà la stessa, con i suoi pigri fiumi che, visti dall'aereo, si inanellano in riccioli scuri attraverso immense deserte distese di bianco.

Mentre il mondo si muove, in Italia si vorrebbe ancora discutere - e non è detto che ci si fermi a cianciarne, se ci si mette di mezzo la Magistratura con i suoi tempi - se realizzare o meno il ponte sullo stretto di Messina, che collega una Regione di 8 milioni di abitanti all'Italia.

Superato ogni dubbio tecnico sulla sua fattibilità, ho sentito fino alla nausea ripetere che con il mezzo millesimo del PIL nazionale risparmiato ogni anno per una decina d'anni, si potrebbero migliorare tutti i servizi, dalla scuola, alla sanità, ai trasporti, e chi più ne ha più ne metta, comprendendo i danni creati dal cambiamento climatico e nello stesso tempo alleviare le misere condizioni di parte del terzo mondo. Ricordo, ma è di dominio pubblico, che in Italia servizi rappresentano circa il 65% del PIL nazionale, come a dire circa 1400 miliardi, e che non è che un miliardo in più o meno possa cambiare la situazione. "C'è del marcio in Danimarca, aveva detto Shakespeare, per bocca di Marcellus". Cosa direbbe oggi dell'Italia?

Le soluzioni premiate nel primo concorso, siamo a metà del secolo scorso, di certo davano adito a qualche incertezza teorica e a grosse difficoltà realizzative, specie nei cavi di sospensione. Il professor Antonio Michetti, amico di Sergio Musmeci - erano ormai tutti e due cattedratici ed erano

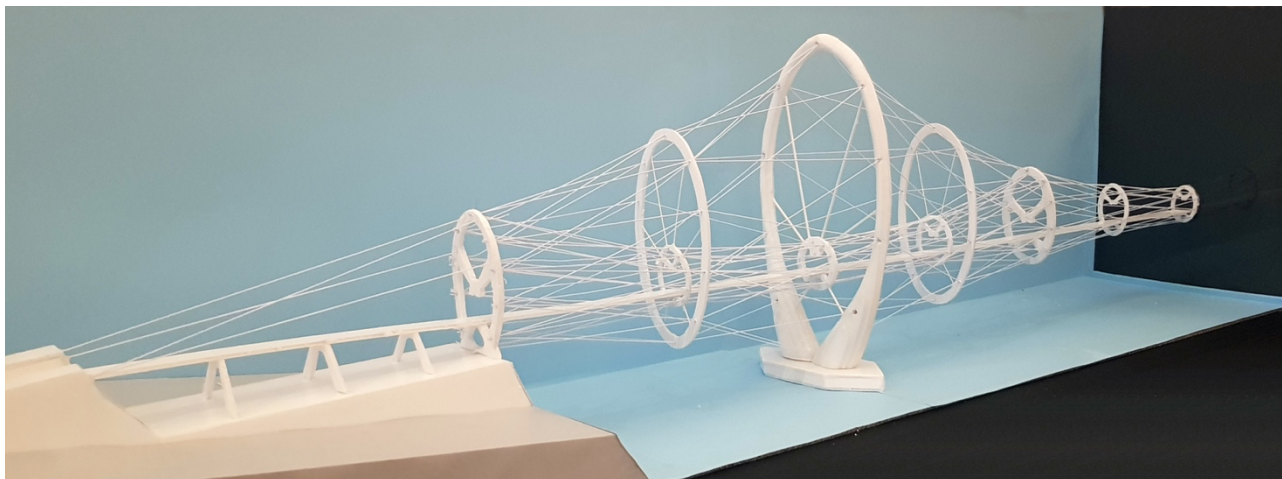
stati entrambi contemporaneamente assistenti di Cestelli Guidi – si faceva sgombrare il tavolaccio al ristorante di Carlo Menta su cui avevamo cenato e, schizzi e calcoli sulle grandi tovaglie di carta (sarebbero state da conservare) mi dimostrava che il peso delle catenarie (e dei pendini) con l'acciaio di allora, sarebbe stato appena sufficiente a reggere sé stesso, qualsiasi sezione si desse al cavo, o ai cavi portanti. Risultava comunque che la soluzione del gruppo Sergio Musmeci (primo premio, condiviso con un altro paio di soluzioni proposte a Taormina) era geniale, con l'originale sistema del contributo dei cavi inclinati a destra e a manca e ancorati da una parte all'impalcato e dall'altro alle sponde per ridurre l'effetto torsionale del vento.

Siamo nel 2026: sembra che finalmente il Ponte si faccia, anche se sono quasi certo che difficilmente - sono del '35 - vedrò "l'inizio lavori" di un'opera già ritenuta indispensabile nell'intervento di un Deputato bresciano alla prima seduta del Parlamento del Regno d'Italia (marzo 1861). Non sono passati invano del tutto. Si era già visto contorcersi come una biscia e crollare il ponte di Tacoma per effetto del vento, 850 ml circa di luce, mentre ho constatato di persona come il ponte sospeso di Akashi, luce 1991 ml, che unisce Kobe alle sue isole, iniziato nel 1988 e terminato nel '98, a cavallo del sisma del 1995, abbia retto a scosse che hanno distrutto 200.000 case 1 km di sopraelevata e spostamenti di più metri, nelle tre dimensioni, delle pile già costruite.

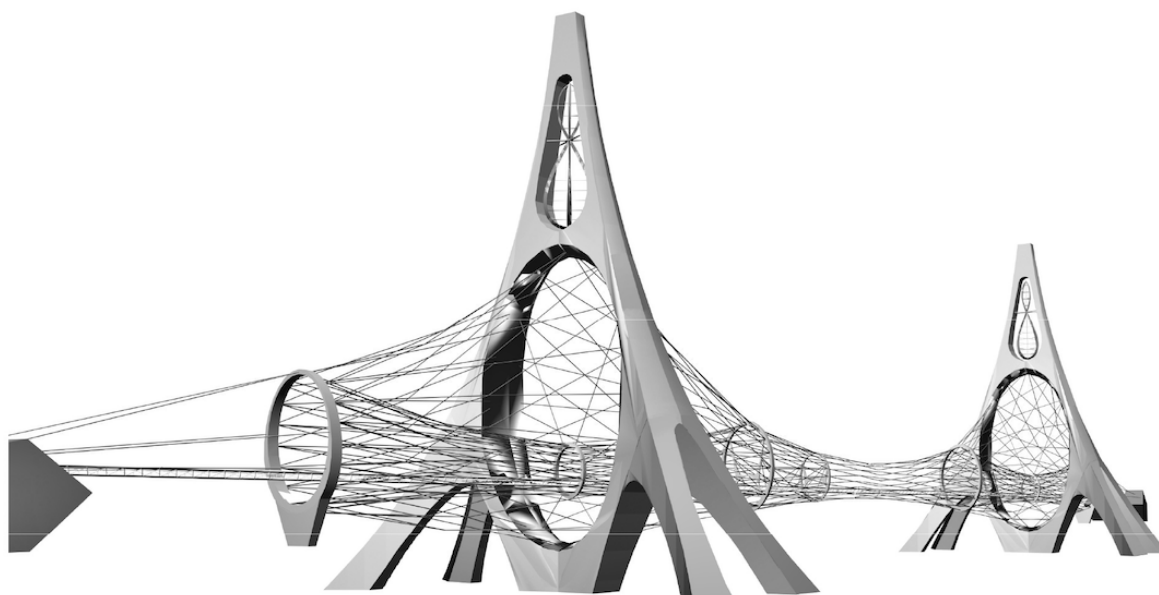
Il progetto attuale ha una luce netta fra i piloni di 3300 ml, e la freccia della catenaria di cavi portanti di 1/11. Una luce netta navigabile di 65 ml in mezzaria per una zona di 600 ml e di 50 verso le sponde. Sufficiente per tutte le navi oggi in esercizio. Se poi si progetteranno navi da crociera alte 70 ml, andranno ai Caraibi o circumnavigheranno la Sicilia, in quelle che sono enormi condomini dove passare le ferie a prezzi ragionevoli, e magari avere il lasciapassare per visitare qualche città. L'impalcato è stato allargato a 60 ml, ma il salto di qualità è la forma aereodinamica dello stesso, che ha eliminato la trave di bordo - alta 1/100 della luce libera dell'impalcato - su cui il vento aveva buon gioco. La costruzione dei cavi portanti è stata risolta senza dover ricorrere a tempi biblici. Due coppie di due cavi ciascuna, composta ognuna da 88 funi realizzate con 504 fili elementari di diametro 5,88 millimetri. Fili che vanno da un ancoraggio all'altro a due a due, "immorsati" trasversalmente in modo da ottenere una sezione circolare.

Che il ponte sospeso sullo Stretto rappresenti un salto di qualità quasi impensabile non può sfuggire ad alcuno. Che sia possibile dovrebbe essere certo, dopo che, aizzati dal Golden Gate, migliaia di cervelloni – esaminando tutte le alternative e soluzioni possibili – lo hanno certificato, e un'impresa capogruppo abbia assunto l'impegno di eseguirlo, tenendo conto del peso di una doppia linea ferroviaria. Tuttavia, si aprono nuove prospettive, ben illustrate e chiarite nel libro dell'ing. Marco

Peroni: "PONTI SOSPESI - Storia, tecnologia e futuro", che giunge a ipotizzare un ponte sullo Stretto di Gibilterra (3 luci: 5,10,5 Km).



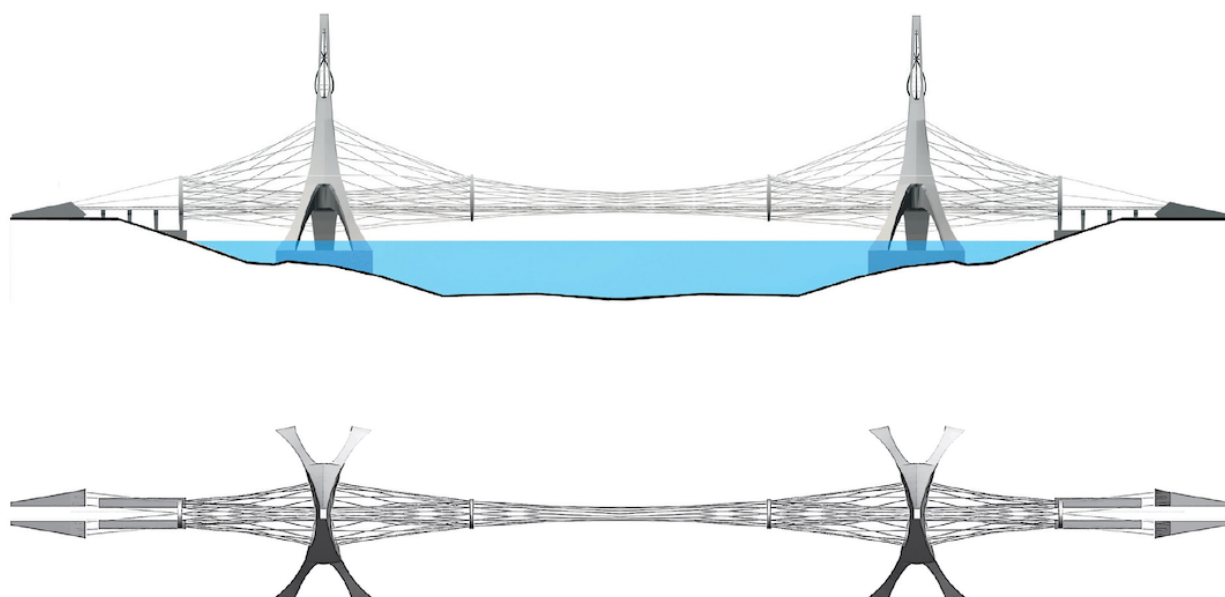
Logicamente lo schema vale anche per ponti di luci minori. utilizza per i cavi materiali innovativi (ma già in produzione, anche se in quantità limitata e voracemente assorbiti dal mercato) e configurazioni spaziali diverse lo renderebbero possibile. Per non fraintendere – l'esame di Geometria 2 l'ho sostenuto 70 anni fa - ho chiesto aiuto all'ing. Marco Peroni, che nel suo studio a Faenza elabora idee e studi approfonditi allo scopo di esplorare nuove possibilità in materia di ponti sospesi, superando gli schemi tradizionali nel caso di grandissime luci libere. I sistemi strutturali a cui Peroni si riferisce in queste nuove proposte – che sono state pubblicate in tutto il mondo – si riferiscono in pratica a delle elaborazioni tridimensionali del concetto tensostrutturale che già Sergio Musmuci aveva proposto nel progetto vincitore del concorso ANAS del 1969.



Lo schema proposto si basa su un sistema tensostrutturale a “doppio effetto” che permette di stabilizzare il ponte contro gli effetti del vento ed è basato su queste linee di progetto.

Considerevole incremento della rigidità torsionale, oltre a quella di lift e drag basato sul comportamento a doppio effetto prodotto dalla conformazione tridimensionale dei cavi nella loro geometria a iperboloide con curvatura anticlastica (tipica di tutti i sistemi tensostrutturali)

Riduzione del peso del ponte distribuendo funi di minor sezione attorno a una serie di generatrici ellittiche in combinazione con un impalcato leggero, sgravato dal compito di avere una propria rigidità torsionale (ora affidata alle funi).



Pianta e prospetto del ponte

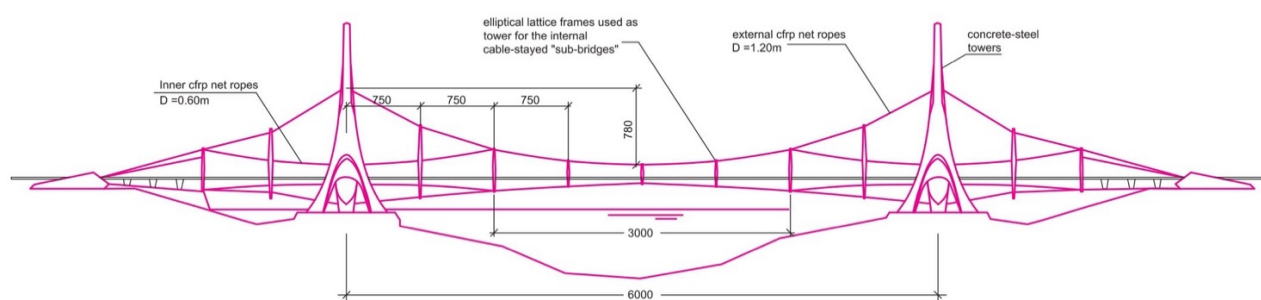
La rete di funi in fibre di carbonio parte da due torri a forma e si dispongono intrecciandosi attorno a sezioni ellittiche che man mano si riducono verso la mezzaria del ponte.

Il progetto del ponte di Gibilterra, che meriterebbe un premio anche solo per essere stato studiato, verificato sia digitalmente sia in galleria del vento, incontrerebbe forse qualche difficoltà tecnica in fase realizzativa. Cito, ad esempio, le fondazioni delle torri poste a 400 ml sotto il livello del mare. Accettabile, anche se anni addietro si erano scartate soluzioni a 3 luci per il ponte dello Stretto per non scendere a duecento metri con le pile, nonostante fosse presente una qualificata delegazione a Stavanger a vedere il cantiere in cui si realizzavano cattedrali in calcestruzzo armato da

completare mano a mano, venendo sopralzate, nel loro viaggio galleggiante verso i campi petroliferi del mare del Nord.

Ma è meglio così, se la corrente nello Stretto era ed è un effettivo ostacolo a qualsiasi soluzione se non quella a luce unica ora adottata.

Ma l'ostacolo più determinante, tuttora, è il reperimento sul mercato delle grandi quantità di fibre al carbonio, necessarie alla formazione delle tonnellate di trefoli (carbonio puro al 98% in fili da 1/1000 di millimetro di diametro) necessari per la realizzazione dei cavi principali, per ottenere lo sforzo a trazione necessario. La voracità del mercato (aeronautico, militare, automobilistico) per le fibre, che miscelate con materiali diversi abbassano il costo del prodotto finale, e le sue prestazioni complessive, rimanendo comunque oggi - facendo due conti - piuttosto elevato.



I tempi, oggi, nell'evolversi delle tecnologie realizzative, non sono più quelli del '900. Probabilmente la teoria Peroni e i suoi studi, magari su ponti non così ambiziosi come quello dello Stretto di Gibilterra, saranno realizzati. Tanti ingegneri e costruttori andranno ad ammirarli.

Gen Guala