

Parte II

IL PONTE TRA STORIA E MITO

I PONTI, LA STORIA E LE STORIE

Marcello Arici

L'inquadramento del *ponte*, nella storia della tecnica e nella evoluzione culturale dell'uomo, non può prescindere dalle radici storiche di natura razionale ed irrazionale che ne hanno da sempre accompagnato la sua fisionomia, esprimendo una carica simbolica che è tuttora percepibile in questa figura eminentemente costruttiva e strutturale. Come rileva in un suo saggio Giulio Pizzetti (1994), nelle culture primitive il ponte significava il balzo verso l'infinito e l'inconoscibile, il tentativo di ricongiungimento con il soprannaturale, con tutto quello che confusamente costituiva l'ultraterreno, la sopravvivenza spirituale rispetto al decadimento materiale. Il termine *Pontifex*, letteralmente *costruttore di ponti*, viene coniato per indicare il mediatore tra terra e cielo. In molte antiche leggende il ponte viene qualificato come manufatto sovrumano, come qualcosa del tutto eccezionale nell'attività creativa dell'uomo. Chi vuol comprendere il ponte non può prescindere da questa matrice irrazionale, da questa componente mistica e mitica, che si contrappone agli aspetti più concreti e razionali che accompagnano il ponte nel suo essere manufatto utile a superare ostacoli naturali. Ciò può permettere di comprendere anche il perché della tendenza al superamento di ostacoli sempre più grandi, oltrepassando talvolta l'esigenza puramente tecnica e la giustificazione economica e della febbre della *grande luce* che ha sempre contagiato i grandi progettisti dei ponti. La sua componente simbolica ha poi destato sentimenti molteplici sfuggendo al suo mero valore costruttivo e, valicando il concetto di pura utilità, diventa metafora, paragone e come tale entra nella storia della letteratura, dell'arte, delle religioni, del teatro, nei miti e nelle leggende.

Qui si vuole ora fare riferimento alla evoluzione costruttiva del ponte in relazione allo sviluppo tecnologico e dei materiali, non dimenticando che la storia dei ponti è storia di coraggio ed ardimento, di uomini, di sfida alle leggi della gravità e delle azioni naturali, di sconfitte e di vittorie sulla strada del progresso.

Le diverse storie dei ponti

I ponti, come tutto quello che viene costruito dall'uomo, nel corso della loro storia subiscono un'evoluzione via via che i loro materiali, il loro comportamento

strutturale, i processi costruttivi, in breve la loro tecnologia, si va sempre più perfezionando. Nel corso della storia, nei ponti sono stati utilizzati differenti tipi di strutture e di materiali. Ogni materiale ha seguito il suo particolare sviluppo così come ogni tipologia strutturale; è dunque possibile scindere la storia dei ponti in molte storie parziali, seguendone lo sviluppo dei materiali e quello delle loro strutture. Ognuna di queste storie, infatti, ha avuto una propria evoluzione, più o meno autonoma rispetto alle altre (Fernandez Troyano, 2006). (Fig. 1)

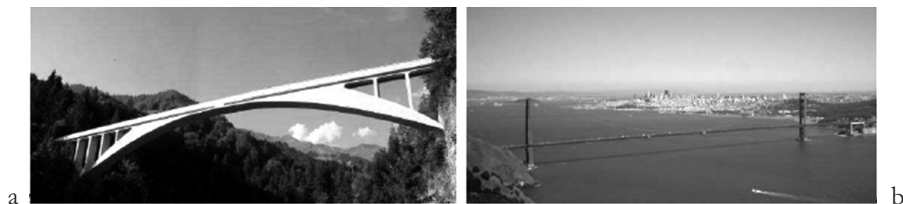


Fig. 1 – a) Ponte Salgina Tobel (R. Maillart). b) Golden Gate Bridge (J. B. Strauss)

È difficile, se non impossibile, illustrare una storia sequenziale dei ponti.

Le grandi luci sono fondamentali nella storia dei ponti perché ne indicano il progresso e lo sviluppo, ma per ogni materiale e tipo di struttura esistono specifiche potenzialità ed un proprio sviluppo autonomo.

Non è possibile paragonare un ponte ad arco in calcestruzzo con un ponte sospeso. Per la storia dei ponti il *Salgina-Tobel*, di Robert Maillart, un arco in cemento armato di 90 metri di luce, è tanto importante quanto il *Golden Gate*, ponte sospeso metallico di 1.280 metri di luce, ad esso quasi coevo, dato che il primo venne ultimato nel 1930 e il secondo nel 1937. Naturalmente però, questi ponti non devono essere studiati e analizzati applicando gli stessi criteri.

In base al tipo di materiale adoperato, la storia dei ponti può dividersi in due grandi periodi significativamente differenti: i ponti del passato con il “periodo dei ponti in pietra e legno”, ed i ponti della modernità con il “periodo dei ponti metallici e in calcestruzzo”. Il primo abbraccia la maggior parte della storia dei ponti, dai romani alla fine del secolo XVIII, il secondo va dalla fine del secolo XVIII ai nostri giorni. Caratteristiche peculiari differenziano i ponti dell’uno o dell’altro periodo. Nel primo periodo esisteva una sola tipologia duratura ed un solo materiale adatto allo scopo: gli archi di pietra (o in muratura). Durante questo periodo vennero costruiti anche numerosi ponti di legno, molto più numerosi di quelli in muratura, che però erano quasi sempre a carattere provvisorio. Di questi non ne è rimasta traccia, come nel caso di tutte le costruzioni primitive realizzate in questo materiale. I ponti più importanti venivano sempre realizzati in pietra, mentre i ponti in legno venivano costruiti per lo più con l’idea di realizzare una

soluzione temporanea, in attesa di poterli sostituire con ponti in pietra. Il ponte storico per eccellenza è dunque quello ad archi di pietra, tipologia che venne costruita con l'idea di una soluzione duratura. La loro permanenza nel tempo è stata raggiunta in molti casi in forma quasi definitiva, perché non solo molti di questi hanno resistito agli insulti del tempo, ma anche all'aumento dei carichi che vi circolano sopra, passando dai carri e carrozze a traino animale, per i quali vennero realizzati, al traffico odierno dei grandi autoveicoli.

I ponti in pietra ed in mattoni, pertanto, furono i più importanti per moltissimo tempo nel corso della storia e, dal periodo romano fino al secolo XIX, la tecnica costruttiva impiegata rimase pressoché invariata. Sebbene già nel secolo XIX si fossero imposti i ponti metallici, in Occidente furono realizzati ponti di pietra sino al principio del secolo XX ed in Cina continuarono ad essere costruiti anche dopo la seconda metà del secolo. Oggi non se ne costruiscono più, se non occasionalmente all'interno di qualche parco o nei giardini, quando si ricerca una parvenza di antichità fittizia oppure quando si desidera valorizzare la pietra come materiale naturale. Una caratteristica fondamentale del primo periodo della storia dei ponti è, dunque, l'invariabilità della tecnica adoperata per costruirli; l'arco in conci di pietra, acquistò una tale perfezione con i romani, che gli apporti successivi furono molto limitati. Gli archi "a tutto sesto" romani si differenziano poco da quelli costruiti nel secolo XVIII e più d'una volta sono stati scambiati per ponti romani, ponti in realtà costruiti alla fine dell'Età Moderna (Fig. 2).

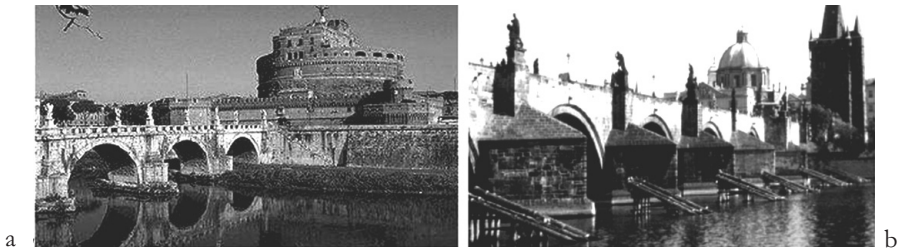


Fig. 2 – Due esempi di ponte ad arco in muratura. a) Ponte S. Angelo a Roma. b) Karlov most a Praga

Da quanto sin qui detto, consegue che il primo periodo della storia dei ponti è caratterizzato da un solo tipo di struttura, un solo materiale ed una tecnologia quasi immutabile per costruire ponti durevoli. Il secondo periodo della storia è opposto al precedente: si caratterizza per la molteplicità dei tipi strutturali e dei materiali e per la rapidità e la potenza della sua evoluzione e sviluppo.

Nel secondo periodo si presentano molte tipologie diverse: ponti ad arco, ponti a travata, ponti sostenuti da cavi, etc.; inoltre sono disponibili anche differenti materiali per costruirli: ghisa, ferro, acciaio, calcestruzzo semplice, cemento

armato, cemento armato precompresso, strutture miste etc. Non tutti sono materiali veri e propri; per alcuni s'intende un'estrapolazione dal concetto di materiale, che viene esteso a tutti gli elementi resistenti formati da materiali diversi ma che lavorano insieme. Dal primo ponte metallico, l'arco di *Coalbrookdale* di 30 metri di luce costruito nel 1779 in ghisa, fino al ponte del *Firth of Forth* per la ferrovia, un ponte *cantilever* con una luce massima di 521 metri in acciaio, terminato nel 1890, trascorre poco più di un secolo, esattamente 111 anni, ma le variazioni e le evoluzioni sono moltissime (Fig. 3).

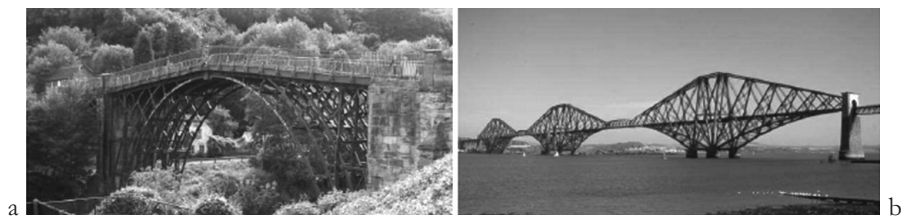


Fig. 3 – a) *Coalbrookdale Iron Bridge in ghisa (A. Darby)*. b) *Firth of Forth Bridge in acciaio (B. Baker, J. Fowler)*

I ponti metallici iniziarono alla fine del XVIII secolo, però ebbero pieno sviluppo nel XIX secolo. Dalla ghisa si passò al ferro e poi all'acciaio: questo permise di fare ponti sempre più grandi e più leggeri. Il XIX secolo è la grande epoca dei ponti metallici, il cui sviluppo fu dovuto in gran parte alle linee ferroviarie, che necessitavano di una grande quantità di ponti e viadotti, alcuni dei quali di grande importanza. La maggioranza dei ponti degni di nota di questo periodo è infatti in funzione delle ferrovie. Nel XX secolo si sono sviluppati i ponti in cemento armato, che ebbero inizio alla fine del XIX secolo, ed i ponti in cemento armato precompresso, che iniziarono negli anni Trenta del XX secolo e si svilupparono dopo la Seconda Guerra Mondiale. Questo non vuol dire che abbiano soppiantato i ponti metallici, anzi questi vengono utilizzati con grande frequenza, soprattutto per le grandi luci. L'enorme sviluppo dei sistemi di trasporto, specialmente delle strade e delle autostrade, che si è prodotto nel XX secolo, ha richiesto ponti di tutte le dimensioni ed attualmente la maggioranza è realizzata in cemento armato precompresso (Fig. 4).

Il ponte per eccellenza del XX secolo, della sua seconda metà, è invece il ponte strallato, l'ultima tipologia di struttura, sostenuta da cavi, che si è sviluppata e generalizzata nell'ultimo cinquantennio, con impalcato metallico o in cemento armato (Fig. 5).



Fig. 4 – a) Ponte ad arco Plougastel (E. Freyssinet). b) Ponte a travata in c.a.p. Confederation Bridge (J. Muller)

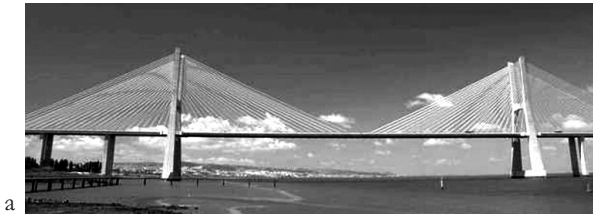


Fig. 5 – Un esempio di ponte strallato. Ponte Vasco da Gama a Lisbona (1998)

Entrando in maggiore dettaglio, i ponti moderni del secondo periodo storico iniziano dunque con i ponti metallici che ebbero il loro straordinario sviluppo nel secolo XIX. I ponti sostenuti da cavi metallici, ponti sospesi e ponti strallati, le due tipologie che attualmente hanno consentito di raggiungere le maggiori luci hanno avuto inizio in tempi diversi: i primi agli inizi del secolo XIX, i secondi dopo la metà del secolo XX.

Dagli inizi del XIX secolo i ponti metallici andarono soppiantando i ponti in pietra e in legno; dapprima con gli archi, inizialmente la tipologia più diffusa, subito dopo con i ponti sospesi, più economici e di più facile costruzione.

Successivamente si svilupparono i ponti a travi reticolari, che caratterizzarono la seconda metà del secolo. I tipi di ponti metallici che vengono utilizzati oggi erano già utilizzati nel XIX secolo. I ponti strallati, invece potrebbero interpretarsi come un'evoluzione degli schemi reticolari a maglie triangolari e costituiscono l'altra importante tipologia di ponti sostenuti da cavi. Tale tipologia risale però soltanto alla seconda metà del XX secolo. I ponti metallici mantengono oggi piena validità, malgrado l'avvento del calcestruzzo, nuovo materiale per la costruzione di ponti che ebbe grande diffusione a partire dal secolo XX. Questo ha sostituito l'uso dell'acciaio soltanto nei ponti di piccola e media luce; infatti i ponti di grande luce continuarono ad essere metallici. In alcuni di questi ponti il calcestruzzo è stato utilizzato per alcune parti strutturali: il ponte sospeso sull'*Humber*, 1.410 metri di luce, il più grande del mondo fino al 1998, e lo *Storaebelt*, secondo ponte europeo più grande del mondo nel 2000, constano infatti di un impalcato metallico e torri di calcestruzzo (Fig. 6).



Fig. 6 – Ponti sospesi con torri in calcestruzzo. a) *Humber (UK)*. b) *Storebaelt (Danimarca)*

Gli inizi del calcestruzzo armato sono datati alla fine del secolo XIX con pieno sviluppo agli inizi del XX; la diffusione di questo materiale fu molto veloce e si estese a tutto il mondo. Il cemento armato risultò essere, infatti, il materiale più adatto per ponti di piccola e media luce, che sono però quelli di maggior numero. La maggior parte dei primi ponti in calcestruzzo fu ad arco, essendo questo materiale particolarmente adatto per resistere a sforzi di compressione, contemporaneamente, però, si andarono realizzando sempre più numerosi i ponti a travata in cemento armato, con luci sempre maggiori, fino a superare i 100 metri (Fig. 7).



Fig. 7 – a) *Viadotto di Langwies* nella linea ferroviaria da Coira ad Arosa, Svizzera. Arco di calcestruzzo armato. 100 metri di luce. 1914. E. ZUBLIN. b) *Ponte di Dorénaž sul Rodano*. Svizzera. Ponte a travata in cemento armato con luci 30.5+45+30.5 metri. 1933. A. SARRASIN. c) *Ponte Gateway in Brisbane*, Australia. 260 metri di luce. 1985. Record del mondo dei ponti a travata in calcestruzzo

Il cemento armato si impose nei ponti a travata di media luce fino alla metà del secolo XX, quando comparve il cemento armato precompresso, sistema ancor più idoneo del cemento armato per resistere alle sollecitazioni di flessione, che consentì di superare luci ancora maggiori. Il cemento armato continuò ad essere adoperato per gli archi ed i ponti di piccola luce. Il cemento armato precompresso, come più su detto, esordì nella prima metà del secolo XX e si sviluppò in modo spettacolare dopo la Seconda Guerra Mondiale. Grazie a questo sistema i ponti a travata raggiunsero luci superiori ai 300 metri.

Dopo aver inquadrato la storia dei ponti mettendo a fuoco i diversi materiali, rivolgiamo adesso la nostra attenzione ai differenti tipi di strutture, la cui storia, al pari dei materiali, ha seguito per ciascun tipo sue proprie direttrici.

I primi ponti di legno furono certamente ponti a travata: tronchi sopra i fiumi, o impalcati semplicemente appoggiati, realizzati con tronchi affiancati. Questa soluzione, più o meno perfezionata, ha continuato ad essere applicata nel tempo. Le travi reticolari costituiscono il passo seguente, inizialmente costruite in legno, già dal secolo XIX vennero realizzate miste in legno e ferro ed infine, alla metà del secolo, divennero esclusivamente metalliche. Abbiamo già detto che i grandi ponti a travate reticolari si svilupparono nella seconda metà del secolo XIX raggiungendo, a quel tempo, le più grandi luci del mondo; il ponte di maggiore luce in quel secolo fu il *Firth of Forth*, con 521 metri. Al secolo XX risale la diffusione dei ponti a travata in calcestruzzo, armato prima e precompresso poi. La stragrande parte dei ponti che oggi si costruiscono è costituita da ponti a travata in cemento armato precompresso (Fig. 8).



Fig. 8 – Realizzazione di ponti a conci in cemento armato precompresso per l'autostrada Messina-Palermo

I ponti a travata avevano sempre avuto luci minori rispetto ai ponti sospesi ed ai ponti ad arco, fino all'imponente sviluppo della seconda metà del secolo XIX, culminato con il superamento degli archi nel 1890 con il *Firth of Forth*, ponte a travata reticolare, costruito a sbalzo, che superò i ponti sospesi, divenendo il ponte di maggior luce del mondo (Fig. 9).

I ponti a travata reticolare rimasero i più grandi sino a quando, nel 1929, l'*Ambassador*, un ponte sospeso di 564 metri di luce, sul fiume Detroit, tra gli Stati Uniti ed il Canada, superò il ponte di *Quebec* sul fiume San Lorenzo, di 548 metri di luce che è stato il più grande ponte reticolare che fosse mai stato costruito (Fig. 10).

Nel 1993 le grandi travi reticolari sono state superate anche dal ponte strallato di *Yangpu* sul fiume Huang-Pu a Shanghai, Cina, di 602 metri di luce, e in seguito dal *Normandia*, strallato anch'esso, sulla Senna in Francia, di 856 metri di luce completato nel 1998 (Fig. 11).

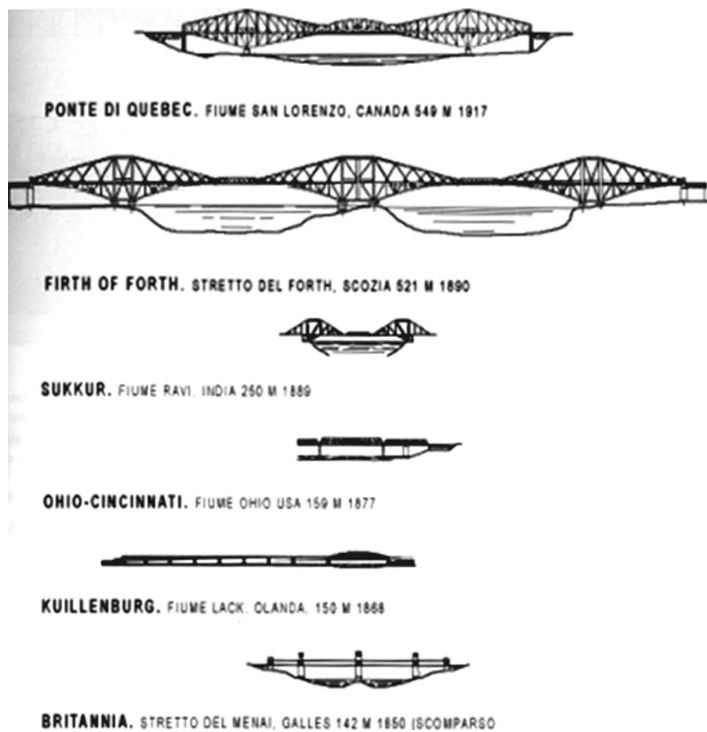


Fig. 9 – I maggiori ponti a travata reticolare



Fig. 10 – Ponte di Quebec a trave reticolare e ponte sospeso Ambassador



Fig. 11 – Ponte Yangpu e ponte di Normandia

I ponti a travata in calcestruzzo sono sempre stati più piccoli di quelli ad arco; la loro luce massima a tutt'oggi, 301 metri nel ponte di *Stolma*, in Norvegia, è lontana dai 420 metri dell'arco di *Wanxian* sul fiume Yangtze in Cina (Fig. 12).

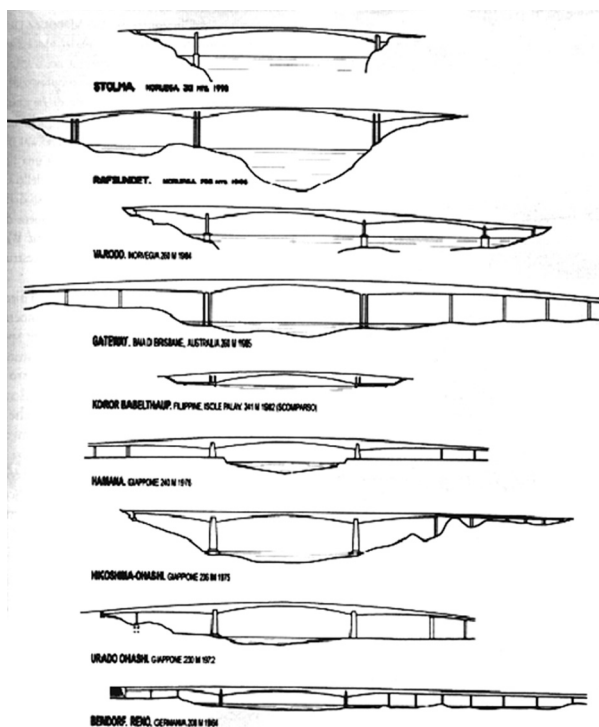


Fig. 12 – I più grandi ponti a travata in c.a. e c.a.p.

I ponti arco, si è detto, hanno dominato la storia per lungo tempo, considerando che sino alla fine del secolo XVIII, l'unico materiale duraturo conosciuto era la pietra. Anche i ponti in ferro furono inizialmente ad arco, presumibilmente per l'influenza esercitata dai ponti in pietra ed in legno nei quali questo tipo di struttura era preponderante. Di archi metallici ne vengono costruiti anche ai nostri giorni, poiché questa soluzione in molte circostanze risulta ancora valida (Fig. 13).

In brevissimo tempo, tuttavia, gli archi vennero superati quanto a luce massima dai ponti sospesi; già nel 1820 l'*Union Bridge* oltrepassava i 120 metri (Fig. 14).



Fig. 13 – I più grandi ponti a travata in c.a. e c.a.p.



Fig. 14 – Union Bridge sul fiume Tweed. Gran Bretagna (S. Brown)

Ponti sospesi a parte, gli archi mantennero il loro primato per ampiezza di luce, fin quando nel 1890 venne portato a termine il *Firth of Forth*, già citato, con i suoi 520 metri di luce che superò l'arco metallico più grande fino ad allora costruito, il ponte di *Luis I* ad Oporto, di 174,5 metri di luce (Fig. 15-16-17).



Fig. 15 – Ponte di Luis I sul fiume Douro a Porto, Portogallo. T. Seyrig

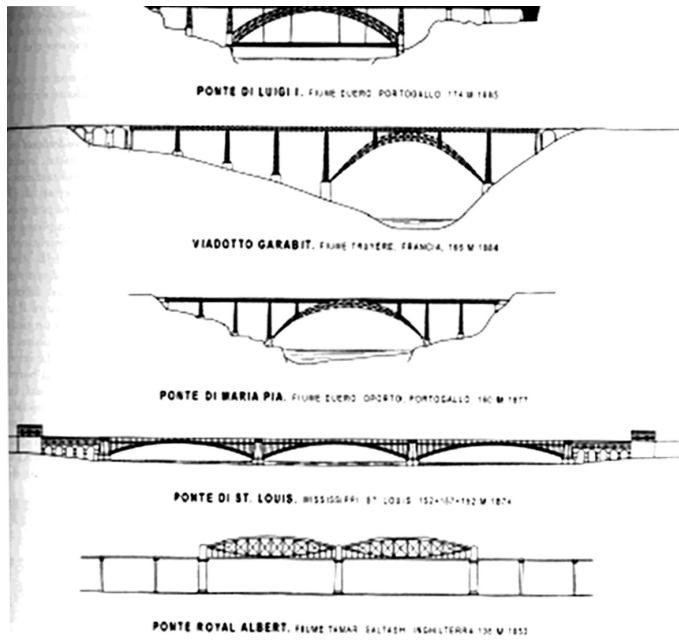


Fig. 16 – Primi ponti ad archi metallici

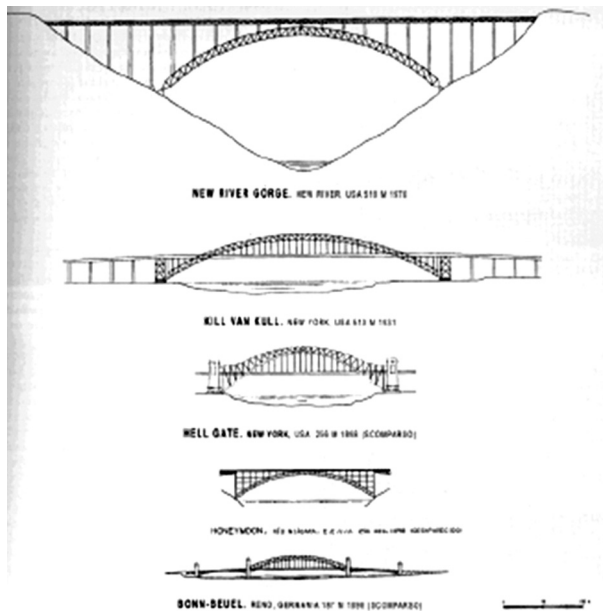


Fig. 17 – Ponti ad arco metallico del XX secolo

Ad oggi l'arco metallico maggiore è quello del *New River Gorge* negli Stati Uniti: i suoi 530 metri di luce, sono molto vicini ai 548 metri di luce del *Quebec*, il più grande ponte a travata reticolare esistente. È probabile che in futuro verranno realizzati archi maggiori di questo, mentre non sembra prevedibile un ulteriore incremento dell'ampiezza delle luci per i ponti a travata. Nel 1993, il ponte strallato di *Yangpu* ha superato la luce del *New River Gorge*. I primi ponti in calcestruzzo, sia semplice che armato, furono ad arco, dato che il calcestruzzo, pietra artificiale, è, al pari di quella naturale, un materiale essenzialmente adatto per resistere a sforzi di compressione. Questa è la ragione per cui ancora oggi si costruiscono più spesso archi in calcestruzzo armato piuttosto che in acciaio, anche se la spesa per la centina spinge ad abbandonare questa soluzione, estremamente costosa.

Recentemente, sono stati trasferiti agli archi in calcestruzzo i sistemi di costruzione già utilizzati in quelli metallici per evitare la centina, cioè il sistema di tirantare provvisoriamente i semiarchi e costruirli per sbalzi successivi, consentendo di far diventare l'arco in calcestruzzo una soluzione valida per le medie e le grandi luci (Fig. 18-19-20).



Fig. 18 – Ponte di Arrábida sul fiume Douro a Porto, Portogallo. 1963. E. Cardoso



Fig. 19 – Ponte Infante Dom Henrique sul fiume Douro a Porto, Portogallo. 2002. A. Adão da Fonseca

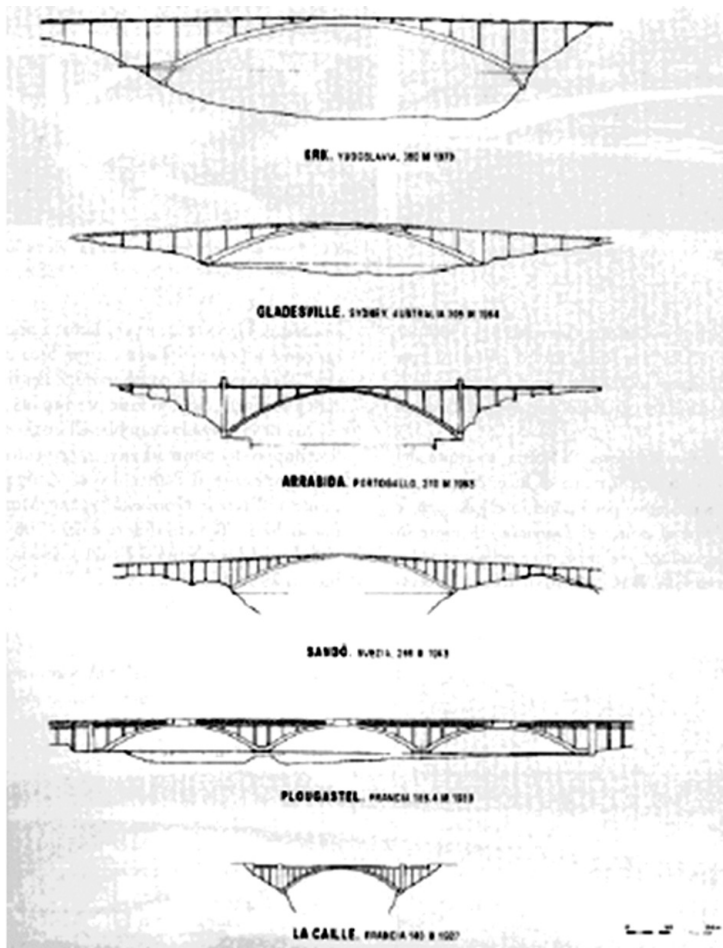


Fig. 20 – Ponti ad arco in calcestruzzo del XX secolo

L'arco di calcestruzzo più grande del mondo è attualmente quello di *Wanxian* sul fiume Yangtze in Cina, già citato, di 420 metri di luce, ma i ponti strallati con impalcato in calcestruzzo hanno già raggiunto i 530 metri con il *Skarnsundet* in Norvegia (Fig. 21).

Nel corso della storia sono stati costruiti numerosi ponti sospesi; i primi erano ponti a catenaria fatti con corde in fibra naturale, di cui se ne riscontra l'uso da parte di diverse civiltà primitive anche non in contatto tra loro (Fig. 22).



Fig. 21 – Ponte ad arco di Wanxian in Cina e ponte strallato Skarnsundet in Norvegia



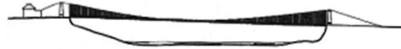
Fig. 22 – Ponti a catenaria dell'antichità in Cina

I ponti sospesi classici con impalcato separato dai cavi si cominciarono ad utilizzare solo verso gli inizi del secolo XIX, poi durante la prima metà di quel secolo l'uso si estese a tutto il mondo, dato che essi risultavano i più economici; ma questi ponti ebbero grandi problemi soprattutto per crolli sotto l'azione del vento e del transito di treni al punto che per tutta la seconda metà del secolo, furono interdetti in molti paesi europei. La loro interdizione venne superata solo tra la fine del XIX e gli inizi del secolo XX per merito del successo conseguito dai grandi ponti costruiti negli Stati Uniti. Da allora il ponte sospeso è stato e continua ad essere la soluzione più adeguata per le grandi luci, anche se ha perduto competitività nel campo delle luci medie (Fig. 23-24).

Dagli albori del secolo XIX, i ponti sospesi erano i più grandi del mondo, alla fine del secolo ed all'inizio del XX, vennero temporaneamente superati dai ponti a travata reticolare, il *Firth of Forth* prima, terminato nel 1890, con due campate di 521 metri di luce, ed in seguito il ponte di *Quebec* sul San Lorenzo, di 548 metri, terminato nel 1917; quest'ultimo fu a sua volta, nel 1929, sorpassato da un ponte sospeso, l'*Ambassador* sul fiume Detroit, di 564 metri di luce. Da allora, i ponti sospesi hanno mantenuto il primato dei più grandi del mondo, con grande distacco rispetto agli altri. Nel 1998 è stato ultimato il ponte *Akashi Kaikyo* in Giappone, con 1990 metri di luce, doppia rispetto a quella del maggior ponte strallato, anche questo in Giappone, il *Tatara*, di 890 metri di luce, terminato nel 1999 (Fig. 25-26).



COVINGTON-CINCINNATI. OHIO RIVER. USA. 322 mt. 1867



WHEELING. OHIO RIVER. USA. 306 mt. 1854



FRIBURGO. SARINE RIVER. SWITZERLAND. 256 mt. 1834



MENAI. MENAI STRAITS. GREAT BRITAIN. 177 mt. 1826



UNION BRIDGE. TWEED RIVER. GREAT BRITAIN. 137 mt. 1820

Fig. 23 – Ponti sospesi del XIX secolo

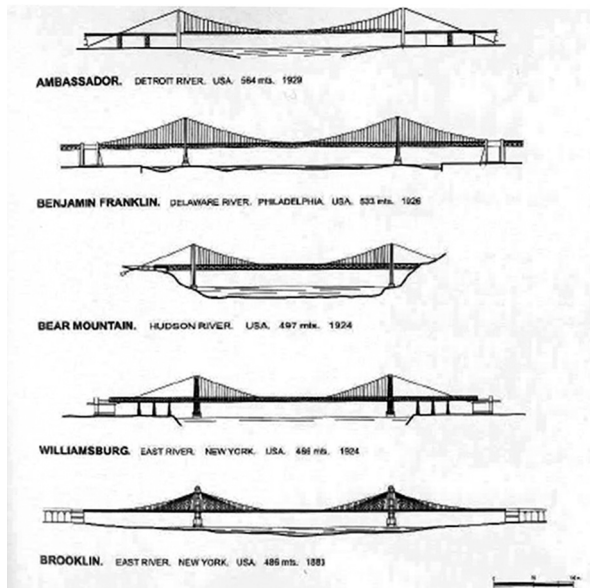


Fig. 24 – Ponti sospesi del XIX-XX secolo fino al ponte Ambassador

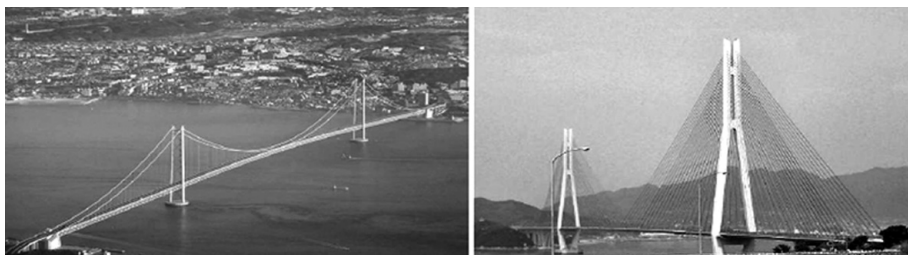


Fig. 25 – Ponte sospeso Akashi Kaiyo e ponte strallato Tatara in Giappone

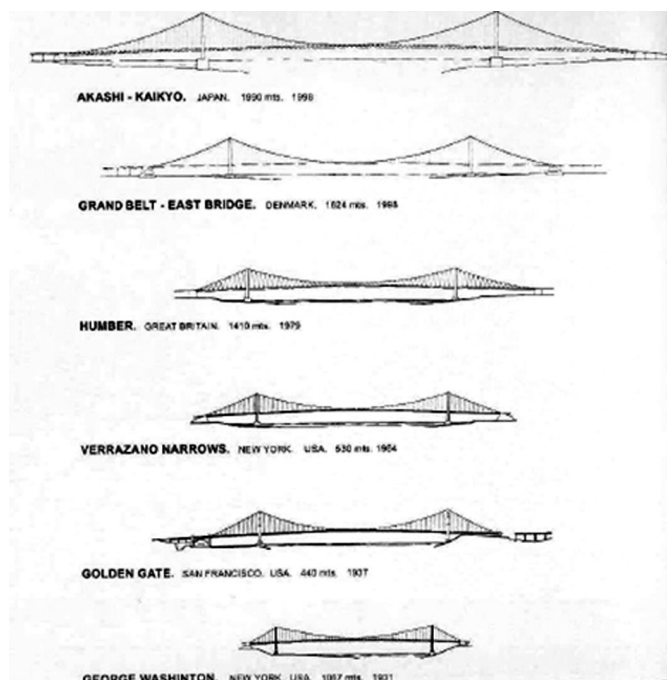


Fig. 26 – Ponti sospesi del XX secolo

I ponti strallati sono, come sistema strutturale, gli ultimi arrivati nella storia; allo sviluppo che ebbe inizio alla metà del secolo XX, è seguita una rapidissima evoluzione, tanto per quelli in acciaio quanto per quelli in calcestruzzo. In realtà ne sono esistiti alcuni primi esemplari molto più antichi, compresi quelli in corda naturale, che costituiscono però casi isolati a cui non si può attribuire grande rilevanza. Oggigiorno il ponte strallato viene spesso utilizzato per superare grandi luci, pur senza raggiungere quelle dei grandi ponti sospesi. Si può affermare che rappresenta la tipologia di ponte oggi più di moda fra gli ingegneri (Fig. 27).

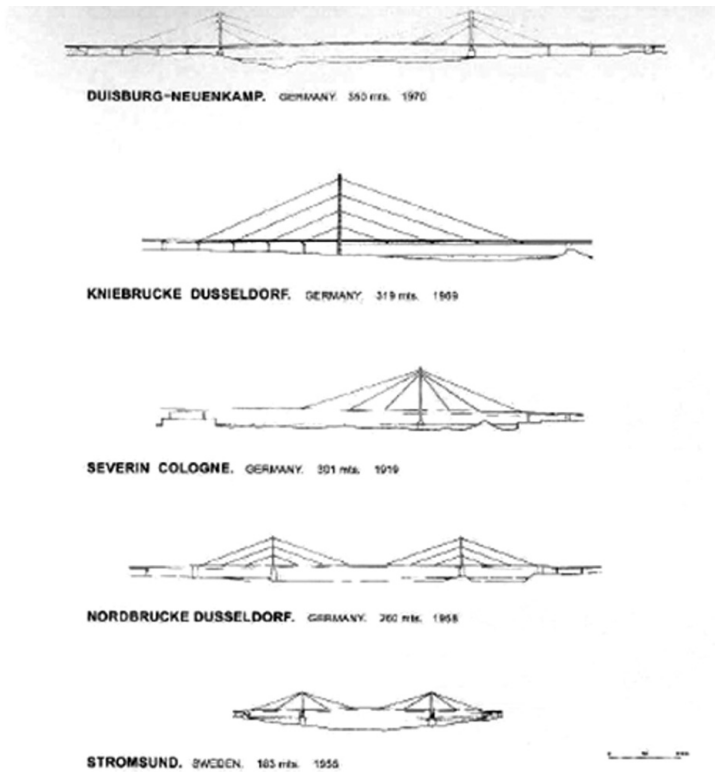


Fig. 27 – I primi ponti strallati

I ponti strallati hanno via via superato gli altri tipi, fino a collocarsi nel 1993 come i secondi del mondo, con il ponte di *Yangpu* di 602 metri di luce, quello di *Normandia*, di 856 metri di luce, e con il *Tatara*, di 890 metri di luce, completato nel 1999. Essi sono molto meno grandi di quelli sospesi, ma altrettanto lontani dai ponti a travata reticolare che sono attualmente al terzo posto. I più grandi ponti con impalcato di calcestruzzo sono, anche in questo caso, quelli strallati dal 1977, anno in cui il ponte di *Brottonne*, di 320 metri di luce, fu ultimato. Nell'ambito dei ponti strallati, per ben due volte i ponti con impalcato in calcestruzzo hanno superato quelli interamente metallici: prima con il ponte di *Barrios de Luna*, di 440 metri di luce, terminato nel 1983, e quindi con il *Skarnsundet* in Norvegia, di 530 metri, terminato nel 1991 (Fig. 28).

È difficile però che una tale situazione possa ripresentarsi, dal momento che non è prevedibile che un ponte di calcestruzzo superi gli 890 metri di luce del *Tatara* (Fig. 29).



Fig. 28 – *Ponti sospesi del XX secolo*

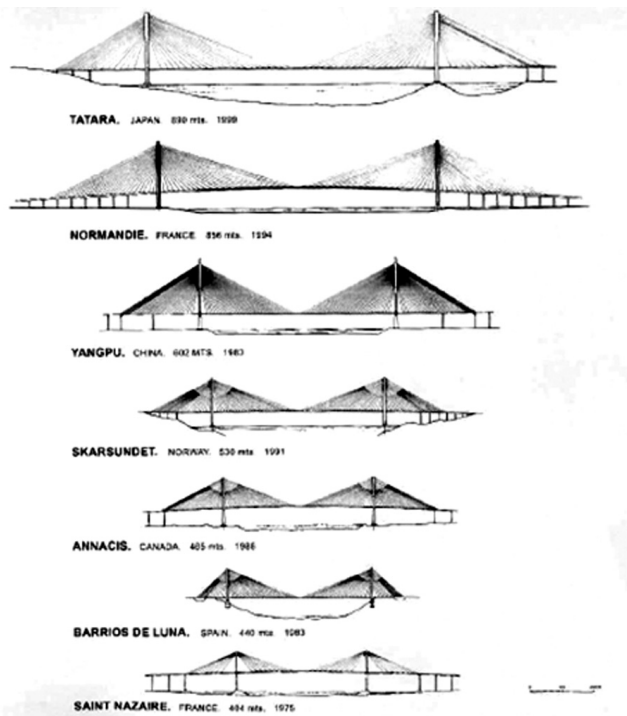


Fig. 29 – *I ponti strallati di seconda generazione*

In alcuni periodi, fondamentalmente nella prima metà del secolo XX, nel campo dell'ingegneria delle strutture si sono sviluppati compartimenti stagni, all'interno dei quali gli ingegneri si sono rinchiusi. Chi lavorava con il calce-

struzzo conosceva poco o nulla delle strutture metalliche e viceversa: ognuno teneva nello stesso tempo ad enfatizzare il proprio materiale, come fosse unico e quasi indispensabile, sminuendo l'altro con una parzialità molto lontana da una impostazione scientifica del problema; anche nell'ingegneria, come in tutto il sapere umano, alla fine si preferisce ciò che meglio si conosce. I protagonisti e pionieri del periodo epico del cemento armato e del cemento armato precompresso, che ne hanno dato i fondamenti innovativi, sono stati Maillart, Freyssinet e Finsterwalder per quanto concerne il calcestruzzo. Per l'acciaio, gli ingegneri dei grandi ponti americani della prima metà del secolo XX, furono O.H. Ammann, L.S. Moisseiff e D.B. Steinman che si dedicarono soltanto a questo materiale. Proprio a causa di questo, la storia dei ponti metallici e quella dei ponti in calcestruzzo hanno avuto pochi punti in comune. La divisione dell'ingegneria dei ponti in due diverse discipline, quella del calcestruzzo e quella dell'acciaio, è stata attualmente in gran parte ricomposta. Sono molti gli ingegneri che oggi lavorano indistintamente con l'uno o l'altro dei materiali. Questa evoluzione è in gran parte dovuta agli ingegneri tedeschi; fra questi ne ricordiamo due, che più di altri hanno contribuito allo sviluppo dei ponti nel XX secolo: Franz Dischinger e Fritz Leonhardt.

Attualmente le grandi Società di Ingegneria non si pongono più il problema potendo contare sull'apporto di numerosi collaboratori che si occupano dei vari settori. Ogni tipologia di ponte è adatta ad un determinato campo di luci, con specifici problemi teorici, di costruzione o di dimensione, che lo distinguono dalle altre, costituendo sottogruppi tra loro non confrontabili. In ognuno di questi gruppi, l'evoluzione della tecnica e delle tecnologie porta a luci sempre più grandi, a tecniche costruttive più avanzate e materiali più sofisticati. I progressi raggiunti nella storia dei ponti negli ultimi due secoli sono stati straordinari, si sono raggiunti notevoli avanzamenti tecnologici anche a prezzo di grandi catastrofi dovute anche ad insufficiente conoscenza sugli effetti di alcuni fenomeni naturali quali il vento o il sisma. Durante la loro costruzione si sono avuti incidenti, crolli e perdite di vite umane, ma insieme a questi si sono verificati dei grandi progressi nella sicurezza delle costruzioni; i collegamenti stradali e ferroviari sono cresciuti esponenzialmente e qualitativamente in tutto il mondo e le luci degli attraversamenti si sono decuplicate. Relativamente ai ponti sospesi, sono attualmente allo studio vari progetti di ponti con luci molto superiori a quelle attuali. Il più avanzato è quello per l'attraversamento dello Stretto di Messina, per unire la Sicilia con l'Italia continentale. Lo stretto è molto largo, nell'ordine dei 3 Km, ma è anche molto profondo, il che obbliga a coprire la distanza tra le sponde con un'unica luce (Fig. 30-31-32).



Fig. 30 – Render del progetto del ponte sullo stretto di Messina

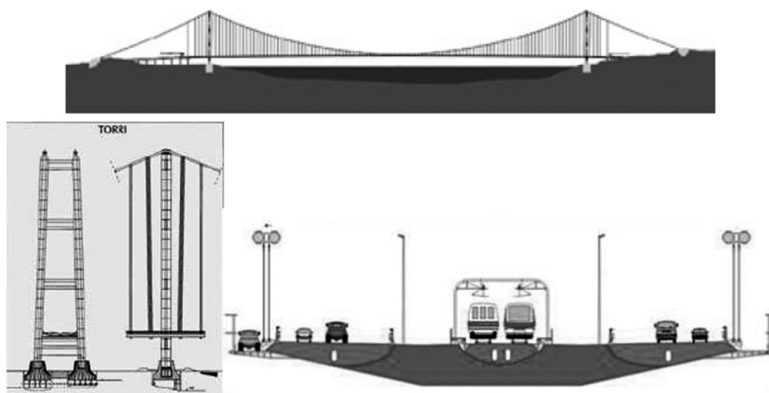


Fig. 31 – Viste del progetto del ponte sullo stretto di Messina

Luce della campata centrale	3.300 m
Luce delle campate laterali	960 m e 810 m
Larghezza complessiva dell'impalcato	60 m
Area trasversale dei cavi portanti	4 m ²
Diametro dei cavi portanti	1,2 m
Interasse tra le coppie dei cavi	52 m
Altezza delle torri	376 m slm
Velocità critica di flutter	91 m/s
Peso strutturale dell'impalcato	70.500 t
Peso di ogni torre	54.100 t
Peso complessivo dei cavi principali	166.500 t

Fig. 32 – Caratteristiche del ponte sullo stretto di Messina

La soluzione preliminare presentata dalla Società Stretto di Messina, concessionaria per la progettazione e la costruzione del ponte dopo parecchi studi, è stata mandata in gara ed è stata aggiudicata nel 2006 al gruppo di imprese capeggiato dalla Impregilo. Problemi di carattere economico e valutazioni diverse di carattere politico ed ambientale ne hanno fin qui rinviato la redazione del progetto esecutivo

e l'inizio dei lavori di costruzione. Di recente è stato annunciato l'inizio dei lavori per il 2010. Restano però ancora parecchi problemi non del tutto risolti e profonde divisioni separano la comunità nazionale sull'opportunità della sua costruzione. La realizzazione del ponte di Messina resta comunque un'opera straordinaria con grande vantaggio per la Sicilia e per l'intera comunità nazionale, grazie anche all'enorme acquisizione di conoscenze tecniche e tecnologiche che il Paese potrebbe ottenere con l'esperienza della sua costruzione. Però la sfida è molto grande, sia dal punto di vista economico che tecnico, e per essere affrontata e portata a termine con successo necessita di un elevatissimo senso di responsabilità ed una capacità organizzativa, tecnica ed operativa che il paese negli ultimi 30 anni non ha più mostrato di possedere e che anzi ha perso in confronto di altri paesi (Fig. 33).

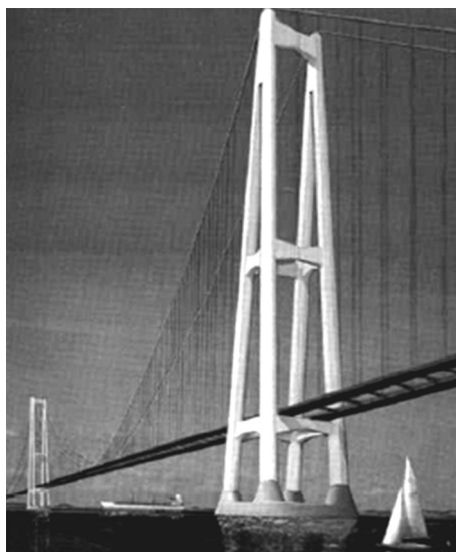


Fig. 33 – Ipotesi per il ponte sullo stretto di Gibilterra

Un altro studio di ponte sospeso di grande luce, ancora maggiore di quello dell'attraversamento dello stretto di Messina, è quello per lo stretto di Gibilterra tra Spagna e Marocco. Uno dei problemi fondamentali di questo attraversamento è la profondità del mare, che obbliga a fondare le torri di sostegno a 300 metri di profondità. Sono state prese in considerazione diverse soluzioni e quella che sembra la più fattibile ha tre campate principali di 3500 metri e due di compensazione di 1750 metri. Il ponte ha una lunghezza totale di 28 Km di cui 14 km sono coperti da campate sospese e gli altri 14 km con viadotti di accesso con luci di 200 metri.

Queste opere sono talmente grandi e complesse che sembrano ancora lontane dalla realtà e che riportano, al momento, la loro realizzazione piuttosto nell'ambito della leggenda. Tuttavia volgendosi a guardare la progressione delle capacità umane nella storia dei ponti e nella evoluzione tecnologica e scientifica degli ultimi due secoli si può pensare con ragionevole certezza che queste realizzazioni possano transitare dal mito alla storia.

Riferimenti bibliografici

1. Fernandez Troyano L. (2006). *Terra sull'acqua*. A cura di, Arici M. Palermo: Flaccovio Editore.
2. Pizzetti G. (1994). *Il ponte e l'architettura; Alcune considerazioni nell'evoluzione del ponte*. A cura di, Siviero E., Casucci S. & Cecchi A. Milano: CittàStudiEdizioni.