

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ATTI DEI CONVEGNI LINCEI

43

Convegno

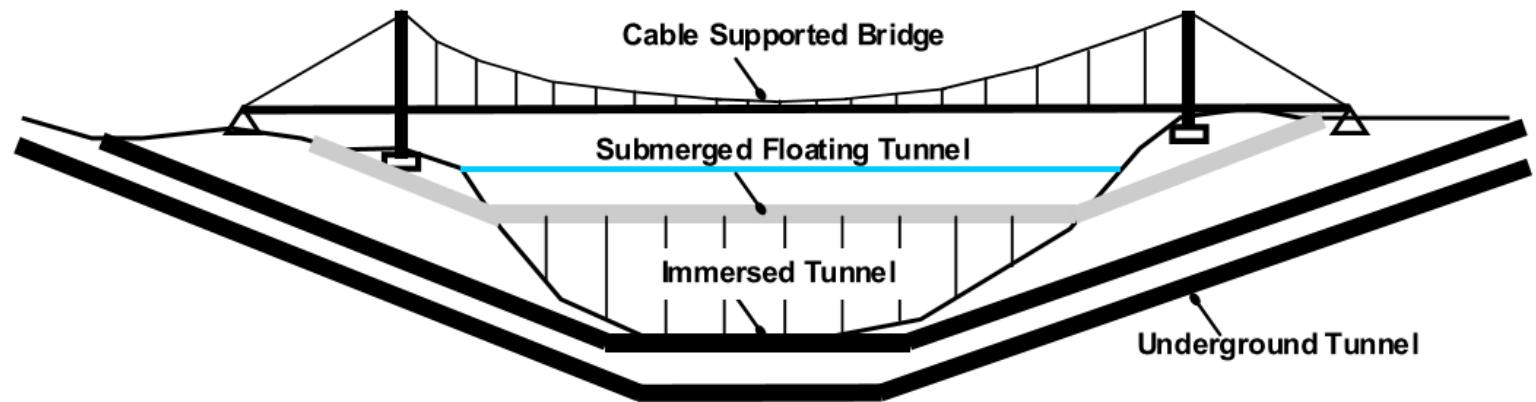
L'attraversamento
dello Stretto di Messina
e la sua fattibilità

(Roma, 4-6 luglio 1978)



ROMA
ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
1979

L'attraversamento stabile dello Stretto di Messina



- **Tipologia aerea** = Ponti sospesi = **Cable Supported Bridge**
- **Tipologia alvee** = Tunnel in alveo = **Submerged Floating Tunnel (SFT)**
- **Tipologia subalvee** = Tunnel sotterranei = **Underground Tunnel**

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

Seduta inaugurale Martedì 4 luglio 1978

- Ore 16 Indirizzo di saluto del Prof. Antonio Carrelli, Presidente della Accademia Nazionale dei Lincei.
- Ernesto Manuelli (Presidente Gruppo Ponte di Messina): «Introduzione agli studi».
- Gianfranco D. Gilardini (Consigliere Delegato del C.E. Gruppo Ponte di Messina): «Presentazione degli studi del GPM». Proiezione del film.
- Aldo Cicala (già Capo Centro Meteorologico Regionale, Catania): «L'ambiente atmosferico sullo Stretto di Messina».
- Aldo Testoni (Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina Militare): «Ambiente Marino».
- Demetrio Rando (Ammiraglio Ispettore delle Capitanerie di Porto): «Lo Stretto, la navigazione, il ponte».
- Discussione.

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

II Seduta Mercoledì 5 luglio 1978 - ore 10

- Alfredo Rittman (Socio Linceo, Pres. h.c. Istituto Internazionale di Vulcanologia): «Aspetti vulcanologici».
- Luigi Solaini (Socio Linceo, Ord. di Topografia, Politecnico di Milano): «Prospezioni geofisiche».
- Michele Caputo (Socio Linceo, Ord. di Sismologia, Università di Roma): «Sismologia dello Stretto di Messina».
- Raimondo Selli (Socio Linceo, Ord. di Geologia, Università di Bologna): «Geologia e sismo tettonica dello Stretto di Messina».
- Discussione

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

III Seduta Mercoledì 5 luglio 1978 - ore 16

- Leo Pinzi (Socio Linceo, Ord. di Scienza delle Costruzioni, Politecnico di Milano): «Rassegna e problematica della progettazione».
- Giuseppe Evangelisti (Socio Linceo, Prof. f.r. di Costruzioni Idrauliche, Università di Bologna): «Interazione struttura-mare».
- Alberto Castellani (Docente di Ingegneria Sismica, Politecnico di Milano): «Interazione statica e dinamica struttura-suolo».
- Giorgio Diana (Ord. di Meccanica Applicata, Politecnico di Milano): «Interazione struttura-vento».
- Discussione.

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

IV Seduta Giovedì 6 luglio 1978 - ore 10

- Guido Oberti (Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino): «Confronti con le altre esperienze estere e considerazioni sulla fattibilità».
- Santiago Marchini (Ingegnere Consulente): «Fattibilità gallerie sommerse. Fattibilità gallerie subalvee».
- Alberto Mario Toscano (Ingegnere Consulente): «Fattibilità di ponti a più campate».
- Franco Bianchi di Castelbianco (Pres. Onorario dell'A.C.A.I.): «Fattibilità del ponte a campata unica di 3300 m».

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

V Seduta Giovedì 6 luglio 1978 - ore 16

- Discussione.
- Proiezione del film.
- Chiusura del Convegno.

NOTA: Lucio Libertini, Presidente della Commissione Trasporti e Aviazione Civile, Poste e Telecomunicazioni, Marina Mercantile della Camera dei Deputati, durante il discussione finale ha assicurato che gli atti del convegno dei Lincei sarebbero stati inseriti tra gli atti messi a disposizione dei Parlamentari in quanto:

“gli elementi di giudizio che qui sono stati raccolti ed elaborati, devono far parte del nostro patrimonio di conoscenze per consentirci di decidere in ordine a problemi più generali all'interno dei quali questa questione va collocata”

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

Gli atti di questo convegno sono molto importanti e a giudizio dello scrivente dovrebbero fare parte integrante della Scheda n.65 del Silos Infrastrutture Strategiche della Camera dei Deputati, perché è un documento pubblico dove vengono descritte, seppure sommariamente, le caratteristiche di tutti i progetti premiati a seguito delle risultanze del Concorso Internazionale bandito nel 1969. Sarebbe opportuno ristamparlo anche in formato elettronico per facilitarne la divulgazione.

Oltre alle relazioni presentate da illustri luminari ed esperti della materia sono importanti gli interventi inseriti nelle «Discussioni» che seguono ogni singola «Seduta».

Dato che è necessario effettuare nuovi Progetti di Fattibilità (DEF 2018) sarebbe opportuno ripetere l'iniziativa per aggiornarne i contenuti in base alle attuali conoscenze.

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

- Gli atti del Convegno “L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità” sono stati pubblicati su di un libro di 389 pagine che contiene numerose tavole - Edizioni Accademia Nazionale dei Lincei 1979
- Lucio Libertini, Presidente della Commissione Trasporti e Aviazione Civile, Poste e Telecomunicazioni, Marina Mercantile della Camera dei Deputati - 00100 Roma, durante la «Discussione» finale del convegno aveva assicurato che il libro sarebbe stato inserito tra gli atti messi a disposizione dei Parlamentari in quanto “gli elementi di giudizio che qui sono stati raccolti ed elaborati, devono fare parte del nostro patrimonio di conoscenze per consentirci di decidere in ordine a problemi più generali all'interno dei quali questa questione va collocata”

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978
«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

I Relatori oltre a presentare tutte le tipologie di attraversamento stabile hanno discusso della loro fattibilità.

Però, non si può non notare che la parte preponderante delle relazioni riguardava i ponti a una e a due campate di valore superiore a tutti quelli allora esistenti nel mondo ed è stato dato poco spazio ai tunnel, pur riconoscendo che ne esistevano moltissimi in tutto il mondo e che avrebbero creato minori problemi di fattibilità, soprattutto per quanto riguarda l'attraversamento stabile ferroviario (tunnel).

La presenza preponderante di relatori della Società Ponte di Messina non è passata inosservata ed è stata contestata da alcuni degli presenti durante alcune delle «Discussioni», che hanno seguito ogni «Seduta».

L'osservazione principale riguardava il fatto che la Società Ponte di Messina SpA, pur avendo vinto ex aequo il primo premio con un ponte a tre campate e due piloni in mezzo al mare, ha discusso, quasi come se fosse l'autorità competente a decidere, soprattutto di ponti a una e a due campate. Inoltre è stato fatto notare che in base a quanto previsto dalla Legge 1158 del 17 dicembre 1971 sarebbe stata creata un'altra Società che avrebbe avuto il compito di progettare e realizzare le opere di attraversamento stabile stradali e ferroviarie, dopo aver scelto quella giudicata più idonea e conveniente sotto il preciso controllo del Parlamento.

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978

«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

“Presentazione degli studi del GPM” illustrata dall’ingegner Gianfranco D. Gilardini in qualità di Consigliere Delegato del Comitato Esecutivo del Gruppo Ponte Messina.

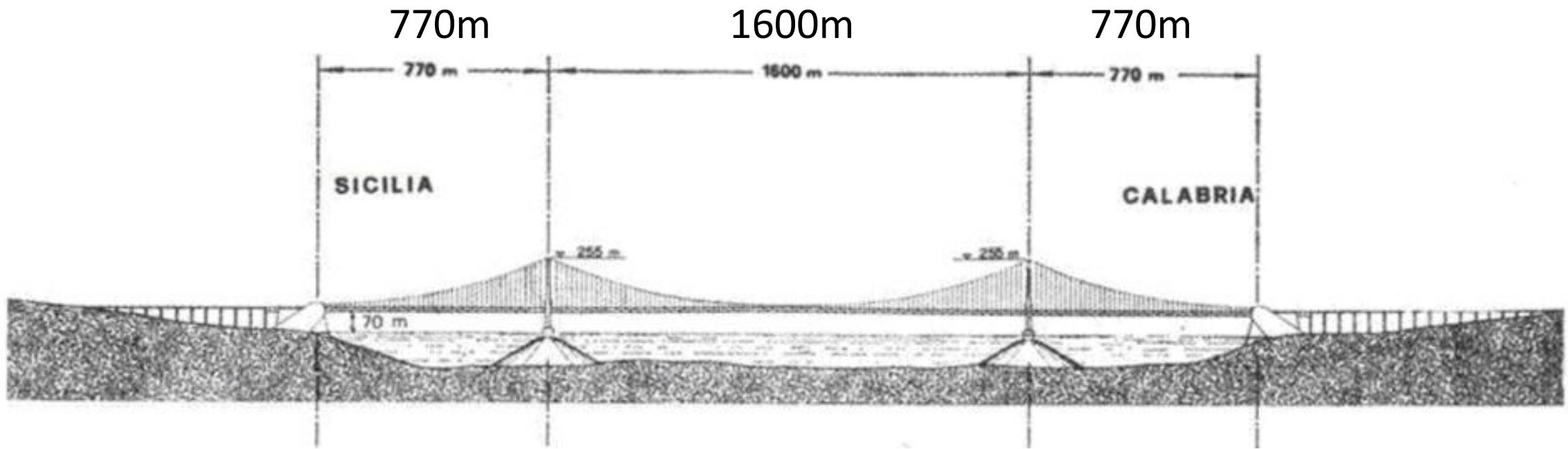
Dopo aver riferito sinteticamente sugli studi condotti “nell’arco di un ventennio” da parte di numerosi “Gruppi di Lavoro”, che da cinque iniziali (Ambiente fisico, Opera di attraversamento, Ecosistema e conurbazione, Fenomeni economici, Metodologia di realizzazione) “si moltiplicarono in funzione della complessità degli studi e della loro evoluzione nelle attuali quaranta sezioni specializzate”, conclude l’intervento esponendo le “conclusioni raggiunte anche dal punto di vista economico e finanziario”:

<i>Tabella di raffronto per indici</i>	<i>Costo</i>	<i>Tempo</i>
<i>Gallerie</i>	166	190
<i>Ponte 2 campate su pila</i>	132	157
<i>Ponte 2 campate su isola</i>	119	150
<i>Campate unica</i>	100	100

“L’indice 100 essendo stato attribuito alla soluzione di minor costo e tempo di esecuzione, la valutazione tecnica di un ponte a campata unica di 3.300 metri a due impalcati:

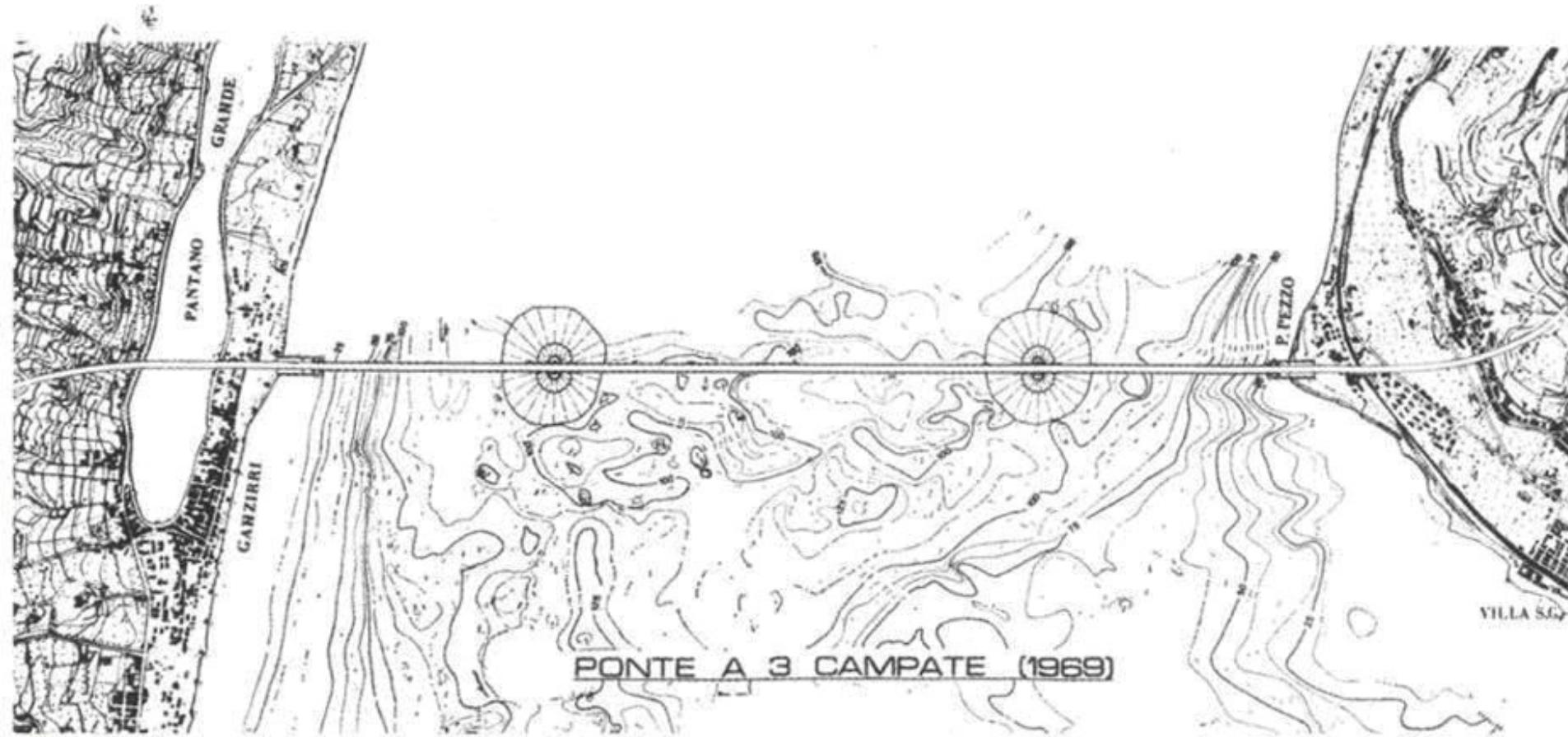
- Quello inferiore a duplice binario*
- Quello superiore a sei corsie di traffico comprensivo degli accessi ed eseguibile in cinque/sei anni è stata verificata imprenditorialmente nel 1976 e quantificata in 900 miliardi (di lire)”.*

Gruppo Ponte Messina S.p.A: Progetto premiato ex aequo al 1° posto nel 1970
Ponte sospeso di tipo classico a tre campate su progetto di una società americana
(derivato dal progetto del 1953-1955 dell'ing. Steinmann)



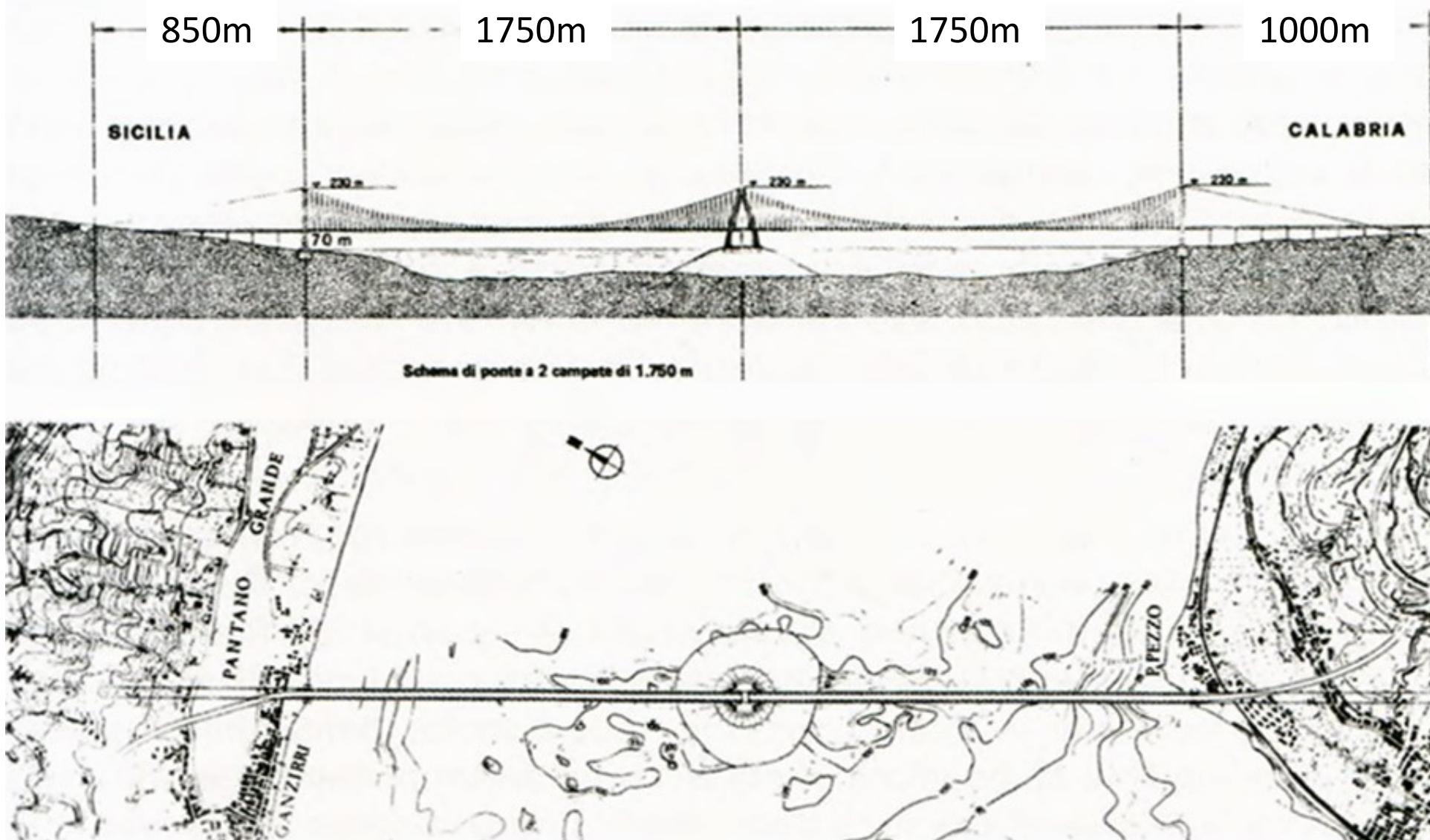
Localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo

Gruppo Ponte Messina S.p.A: Progetto premiato ex aequo al 1° posto nel 1970
Ponte sospeso di tipo classico a tre campate su progetto di una società americana
(derivato dal progetto del 1953-1955 dell'ing. Steinmann)



Localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo

Schema della società GPM del 1979 di un ponte sospeso a due campate da 1750 m, con pilone centrale realizzato su un'isola artificiale posta al centro della "Sella dello Stretto"



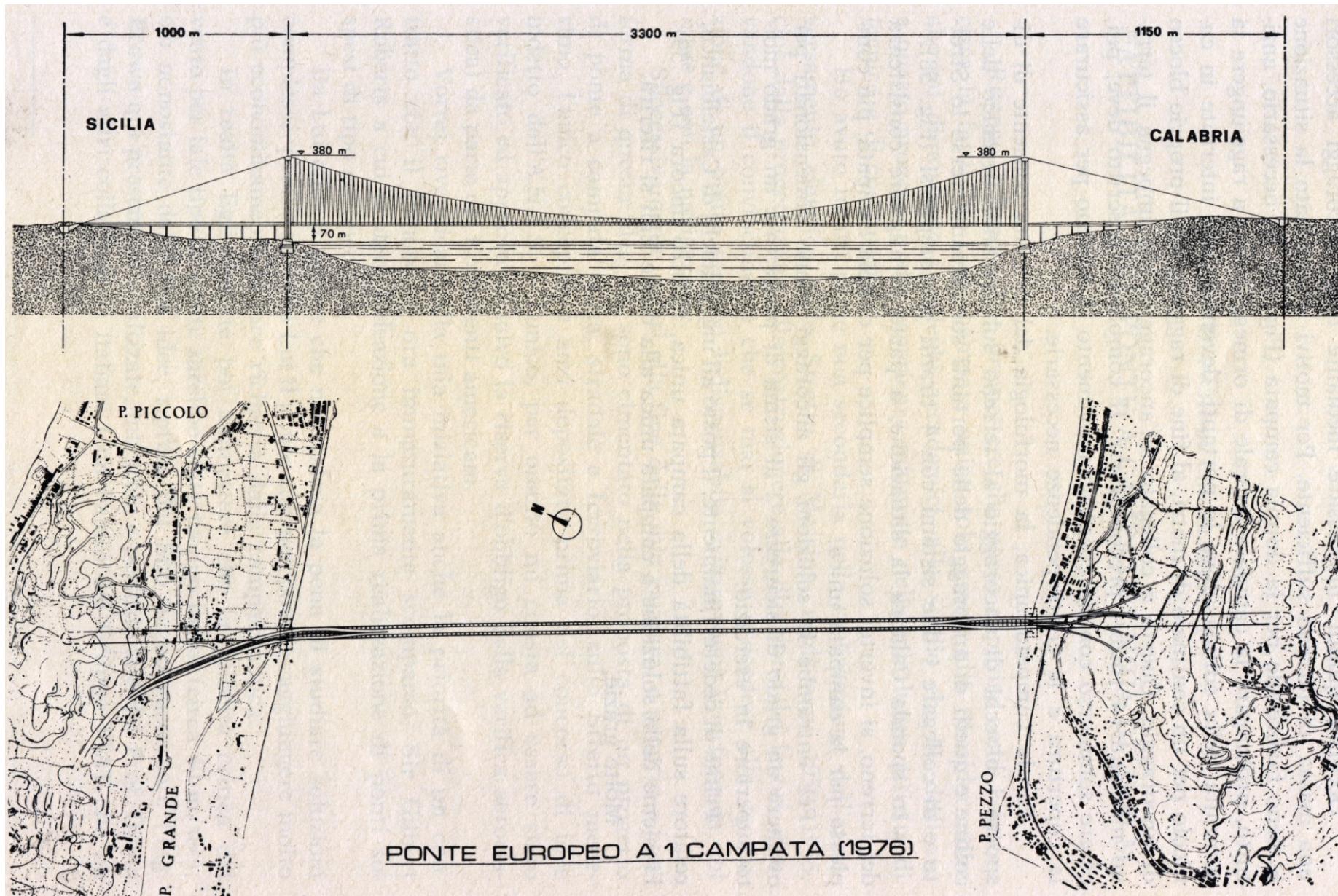
Schema della società GPM del 1979 di un ponte sospeso a due campate da 1750 m, con pilone centrale realizzato su un'isola artificiale posta al centro della “Sella dello Stretto”

Così come riportato nel libro “The Messina Strait Bridge”, “*tale schema era certamente fattibile per quanto riguardava la struttura delle sospensioni, e alla metà degli anni Settanta divenne la proposta preferita all'interno del team di progettazione GPM come la soluzione più promettente.*

L'alternativa a campata singola non è stata respinta ma è stata considerata con cautela, in quanto qualcosa di troppo lontano dalle conoscenze tecniche esistenti”. ... Omissis ... “*I moli di cemento erano considerati fattibili ma con due incertezze sostanziali, vale a dire le condizioni geotecniche e di faglia su cui poco si sapeva, e la costruibilità nel complesso ambiente marino dello Stretto*”. Inoltre, le dimensioni della progettata isola in mezzo allo Stretto erano tali da indurre conseguenze discutibili sul flusso marino.

Schema della società GPM del 1976 di un ponte sospeso a una campata da 3.300 m

ACADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI - Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978



Schema della società GPM del 1976 di un ponte sospeso a una campata da 3.300 m

- Il Dr. William C. Brown, noto progettista di ponti scozzese, durante un incontro con l'allora Consigliere Delegato del GPM, Gianfranco D. Gilardini, ha affermato che "**A Messina si ha una splendida situazione per realizzare un ponte sospeso a campata singola**". Nel libro "The Messina Strait Bridge" sono elencati le motivazioni e i vantaggi che sarebbero derivanti da tale scelta, che riassumiamo brevemente in due punti:
 - lo sviluppo dei primi pacchetti software avanzati per l'analisi dei ponti sospesi, non solo in condizioni statiche ma anche per determinare la percorribilità ferroviaria, hanno dimostrato che la rigidità della grande campata era tale da rendere le deflessioni e le pendenze sotto carichi ferroviari meno critiche rispetto a campate più brevi;
 - la nascita in quei primi anni dei concetti embrionali per ponti dal design aerodinamico avrebbe consentito di raggiungere una stabilità sufficiente nonostante l'aumento della lunghezza della campata.
- Dalle stime dell'epoca risultava che il costo di costruzione delle due alternative era simile, mentre le incertezze e i rischi nel processo di costruzione erano maggiori per la soluzione a due campate a causa della necessità di interagire con l'ambiente marino in acque profonde.
- Nonostante la riluttanza di Gilardini ad abbandonare il progetto a due campate a cui erano stati dedicati così tanti sforzi, "*nel 1979 la società GPM ha pubblicato un rapporto di fattibilità che affermava la realizzabilità sia di una soluzione a due campate, con incertezze intorno alla costruzione della fondazione offshore e la scarsa conoscenza delle condizioni geotecniche del fondo marino, sia di una soluzione a campata unica che fu considerata essere la preferita in termini di robustezza e prestazioni*".

la Società «Stretto di Messina SpA»

L'11 giugno 1981, a circa 10 anni di distanza dall'emanazione della legge 1158/71, nasce la Società «Stretto di Messina SpA» che, come previsto nella stessa legge, ha dovuto prendere in considerazione tutte le tipologie di soluzioni premiate dal “Concorso Internazionale di idee per il collegamento stabile viario e ferroviario tra la Sicilia e il continente”.

Innanzitutto, furono condotte campagne e attività di rilevamento, che consentirono la preparazione di un database di informazioni e una comprensione dell'ambiente globale dello Stretto, la cui sintesi è stata pubblicata nel Capitolo 5 del libro “The Messina Strait Bridge”.

Subito dopo furono predisposti dei progetti per ogni tipologia di attraversamento stabile poi sottoposti a verifica di esperti nazionali ed internazionali.

Il 30 dicembre 1985 la Società «Stretto di Messina SpA» trasmise agli enti concedenti, una sintesi del rapporto di fattibilità ambientale, tecnica, imprenditoriale ed economica sull'attraversamento stabile viario e ferroviario dello Stretto

- Così come risulta nel “Doc. XXVII N. 3” degli ATTI PARLAMENTARI della X LEGISLATURA della CAMERA DEI DEPUTATI nella relazione presentata dal Ministro dei Trasporti (Santuz) e trasmessa alla Presidenza l’11 giugno 1988: *“il 30 dicembre 1985, la Concessionaria trasmise agli enti concedenti, una sintesi del rapporto di fattibilità ambientale, tecnica, imprenditoriale ed economica sull'attraversamento stabile viario e ferroviario dello Stretto. L'edizione integrale con le relative 300 monografie disciplinari fu puntualmente consegnata ben in anticipo sul termine del 27 dicembre 1986, prescritto dalla ripetuta convenzione con gli enti concedenti, contestualmente al rapporto della Consulta estera - composta da scienziati di chiara fama internazionale - la quale effettuò il controllo di processo e di assicurazione di qualità, sulla correttezza e validità sia della metodologia adottata dalla Concessionaria sia sugli studi effettuati sia sui risultati ottenuti.”*
- Gli studi erano relativi alle tre soluzioni tipologiche originali elaborate dalla Concessionaria Stretto di Messina SpA»: ponti aerei, gallerie alvee e gallerie subalvee.
- http://legislature.camera.it/_dati/leg10/lavori/stampati/pdf/027_003001.pdf

Costi suddivisi per tipologie di attraversamento dello stretto di Messina

(tabella estratta dal Doc. XXVII N. 3" degli ATTI PARLAMENTARI della X LEGISLATURA della CAMERA DEI DEPUTATI)

**Tutte le soluzioni studiate dalla Società Stretto di Messina S.p.A. risultavano fattibili
però con costi, difficoltà e tempi diversi**

Opere con relativi accessi	Percentuale sui costi sostenuti		Presunti costi delle opere esaminate (miliardi di lire)
	Milioni di lire	%	
Adeguamento sistema di traghettamento	1.814	6,4	350
Per le soluzioni aeree	12.965	46,1	5.400
Per le gallerie subalvee	2.316	8,2	13.180
Per le gallerie alvee	11.082	39,3	(6.833+9.050)
Totali ...	28.177	100	34.813

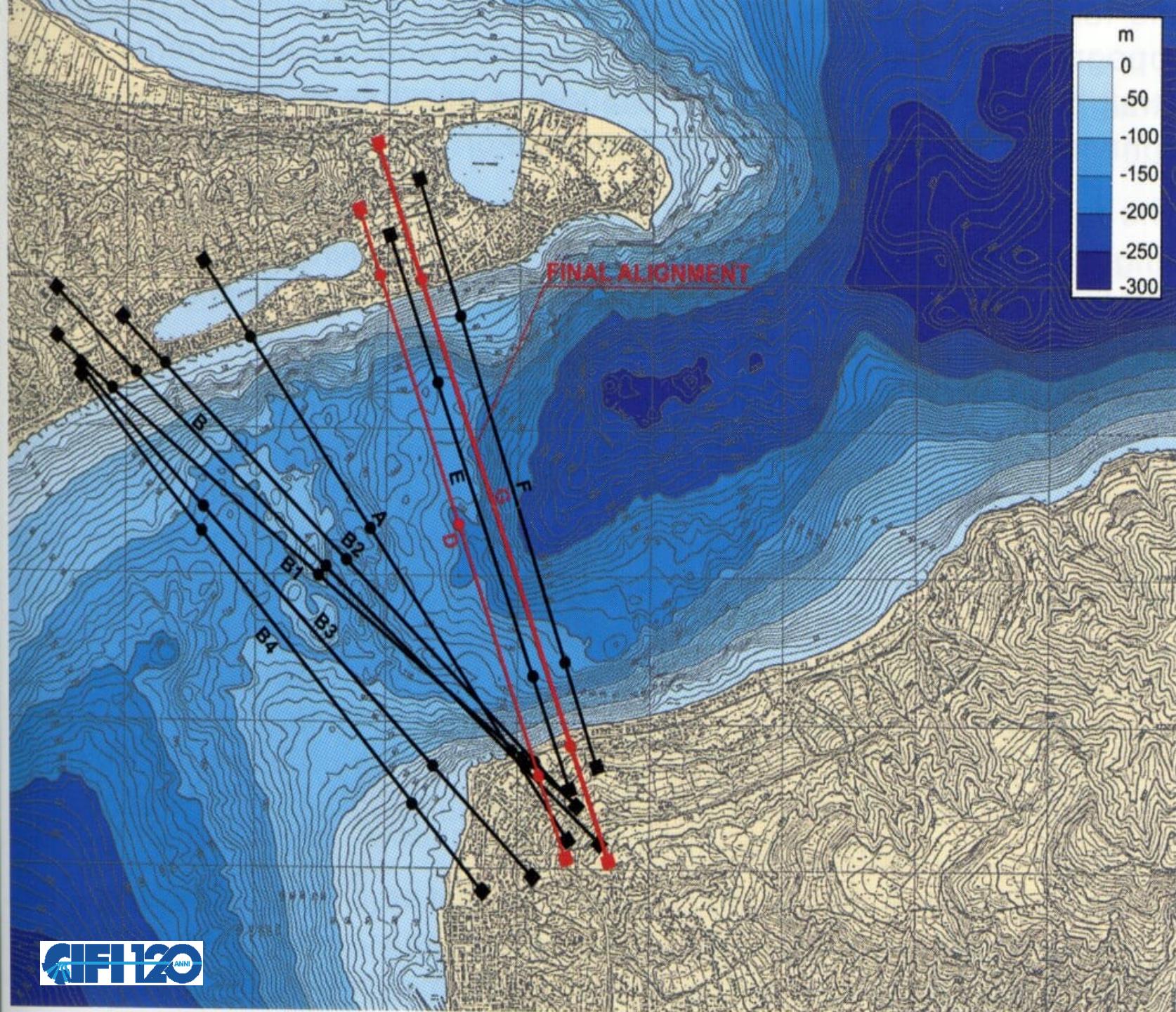
STUDI SUI PONTI CONDOTTI DALLA SOCIETÀ «Stretto di Messina S.p.A.»

Nel libro “The Messina Strait Bridge” vengono citati studi relativi a 10 ponti di cui 5 prevedevano la realizzazione di piloni in mare. In particolare, 6 di tali ponti erano previsti in corrispondenza della “Sella dello Stretto”, dove la profondità del mare non supera i 150 metri per una larghezza superiore a circa 2 km con profondità massima al centro di circa 110 metri, e 4 erano stati ipotizzati più a nord della Sella dove la profondità del mare raggiunge valori compresi tra i 150 e i 200 m.

I ponti ipotizzati erano suddivisibili in un gruppo a due campate (Tab.3) e un gruppo a una campata (Tab.4). Tutte le soluzioni garantivano gli spazi minimi di navigabilità nel rispetto delle normative internazionali (Fig.3). Alcune soluzioni prevedevano un pilone in mezzo allo Stretto (A, B, B1, B2, D), con possibili interferenze con la navigazione a causa dei particolari movimenti delle correnti marine, altri avevano piloni relativamente vicini alle rive (B3, B4, E, F). La soluzione G (Final Alignment) non aveva piloni in mare.

Studi SUI PONTI CONDOTTI DALLA SOCIETA' «Stretto di Messina»

- Mappa dello stretto di Messina con indicate le posizioni, dei ponti sospesi a una e due campate, prese in considerazione dalla Società Stretto di Messina
- (Vedi Fig. 7.2 pag. 241 del libro “The Messina Strait Bridge”)



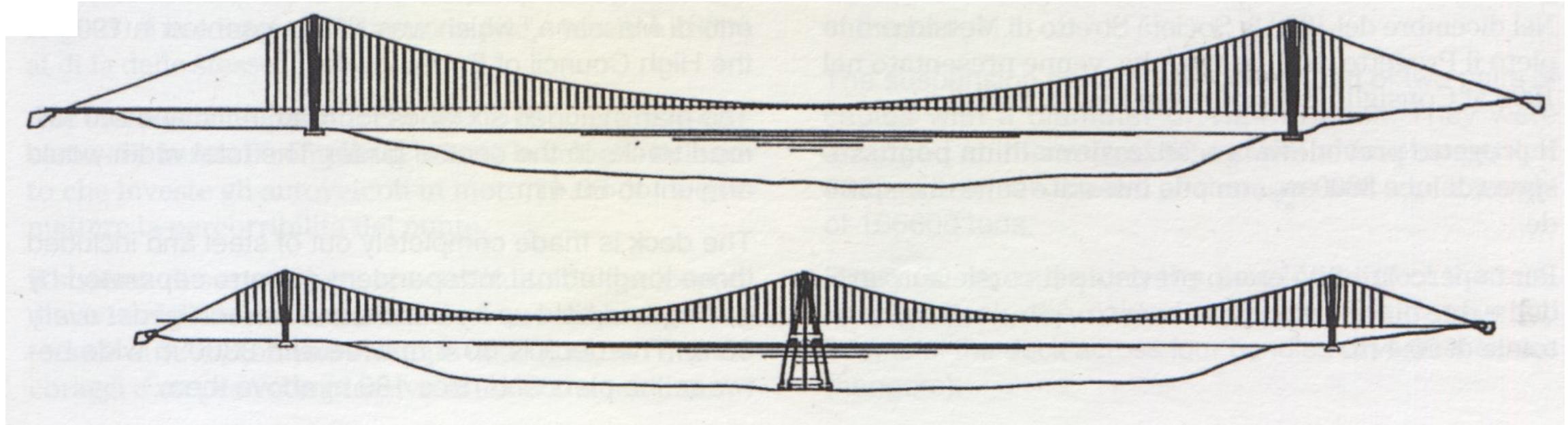
STUDI SUI PONTI CONDOTTI DALLA SOCIETÀ «STRETTO DI MESSINA»

- Come si può subito notare, la maggior parte dei valori scelti per la lunghezza delle campate, del primo gruppo a due campate, erano confrontabili con quelle del ponte Akashi Kaikyo (1.991 m), che dal 1998 è il più lungo e pesante del mondo. Il secondo gruppo è costituito da ponti con campata molto più lunga (da 2.400 m a 3.300 m) ad esclusione del ponte da realizzarsi lungo la direttrice E che ha una campata di 2.084 m.
- Come riportato nel libro del Prof. ing. Remo Calzona “La ricerca non ha fine: Il Ponte sullo Stretto di Messina – la storia ideale del collegamento stabile tra l’Italia peninsulare e la Sicilia” al paragrafo 2.3.4 “Il progetto di Fattibilità del 1986” - *“la Commissione ANAS chiese alla Società Stretto di Messina di studiare anche la fattibilità di un ponte di circa 4.000 m con due pile in alveo, con una campata centrale di circa 2.200 m e due laterali di circa 900 m tra pila e spalla, secondo lo schema di ponte auto-equilibrato, come quelli del Golden Gate e del Verrazzano. La Società Stretto di Messina non studiò la soluzione richiesta da ANAS, ma quella con una pila in alveo, che anziché risolvere i problemi ne creava di nuovi, utilizzando uno schema assolutamente inconsueto rispetto a quello standard di una campata centrale e due laterali equilibrate (Fig.4). (tipologia che sembrerebbe coincidere con quella studiata negli anni Settanta dalla Società PdM ovvero con quella di fig.2, però posizionata diversamente ovvero come la soluzione D di fig.3).*

- https://it.wikipedia.org/wiki/Remo_Calzona#Biografia

Soluzioni aeree studiate dalla Società Stretto di Messina, a una e a due campate

(Fig. 153 pag. 133 del libro “The Messina Strait Bridge”)



La differenza tra il ponte di fig. 2 e di fig. 3 è la localizzazione, che nel primo caso è circa al centro della “Sella dello Stretto” dove il fondo è quasi orizzontale (o potrebbe essere reso tale) e la profondità del mare è minima (circa 100 m), mentre la seconda è localizzata in corrispondenza della zona dove le coste tra la Sicilia e la Calabria hanno la distanza minima (circa 3.000 m) e dove però il fondo del mare presenta una profondità maggiore (circa 150 m) ed è più scosceso.

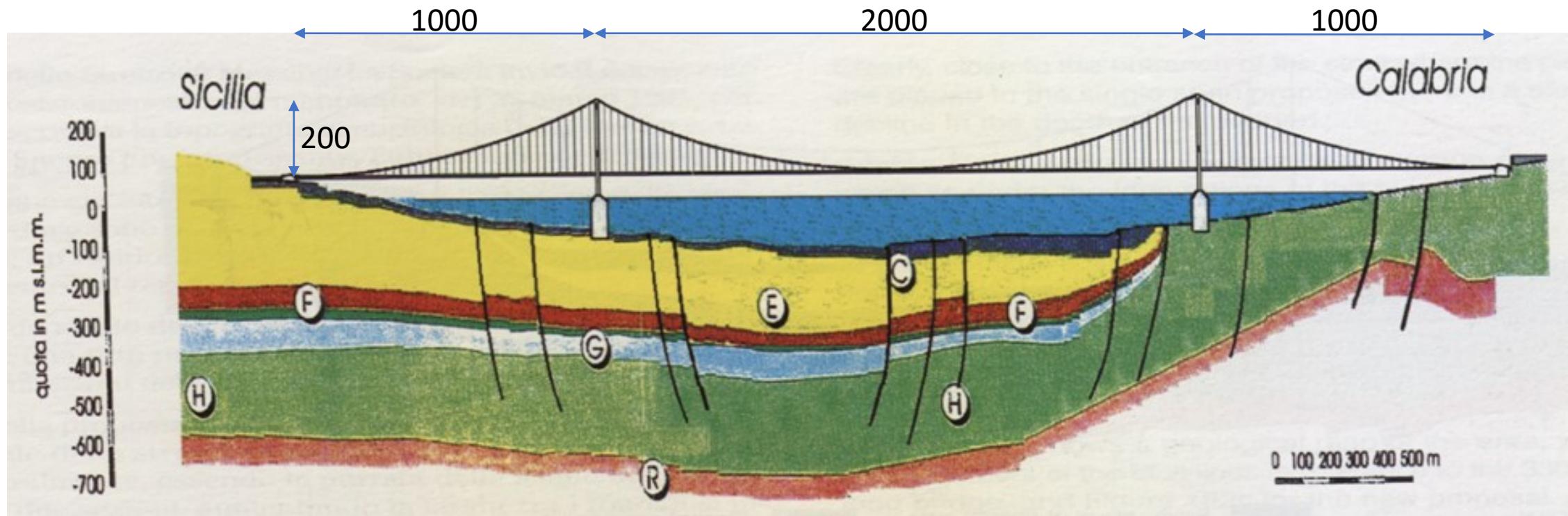
Nello libro “The Messina Strait Bridge” a pag. 40 viene spiegato perché una fondazione offshore non sarebbe realizzabile nello stretto di Messina

- *“La profondità dell'acqua varia tra 146 e 157 metri nella posizione del pilone intermedio del ponte sospeso a due campate (molto probabilmente l'affermazione si riferisce alla soluzione D di fig.3 in quanto corrisponde sia per quanto riguarda la profondità del mare sia per l'evidenziazione in rosso). Le caratteristiche del sottosuolo del sito possono essere riassunte come segue: il fondale è coperto da alcuni metri di sabbia sciolta, sovrapposta a uno strato di conglomerato molto duro di spessore 2 e 3 metri, che a sua volta si posa su sabbia leggermente cementata, molto densa e formazioni di ghiaia di grande spessore, localmente denominate Messina Gravels. In tali condizioni non è possibile trovare un posto dove stare. Sarebbe possibile sfondare il conglomerato, creare un letto di elementi di pietra / roccia regolari. Questa profondità sarebbe combinata con forti correnti che cambiano direzione ogni sei ore.*
- Le attrezzature e le tecnologie esistenti nei primi anni Novanta erano assolutamente inadeguate per tali compiti (e con riferimento all'allineamento del progetto, esistono le stesse perplessità anche oggi [2010]). Lo sviluppo di attrezzature speciali controllate a distanza per preparare la piattaforma non è impensabile, ma sarebbe un compito complesso in sé, con incertezze notevoli in termini di tempo, efficacia e costi oltre alla necessità di essere effettuata prima di definire un progetto di gara. Sfide simili si applicherebbero ai problemi di costruzione del pilone stesso. Le varie soluzioni studiate, basate principalmente su procedure prefabbricate tratte dall'esperienza del Mare del Nord con piattaforme petrolifere, hanno mostrato una serie di problemi, non ultimo l'accuratezza del touchdown.
- La solidità strutturale della fondazione sarebbe discutibile, sia per gli effetti diretti, sia per l'interazione tra suolo e struttura di fondazione.
- Tale soluzione è stata considerata fattibile, però da prendere in considerazione solo se la soluzione a campata unica si fosse rivelata un vicolo cieco”.
- Tali considerazioni sono condivisibili se riferite alla soluzione D di fig.3, ma la soluzione incontrerebbe un minore grado di difficoltà se il pilone fosse localizzato in un'area quasi pianeggiante della Sella dello Stretto o in altri analoghi luoghi quasi pianeggianti del fondale marino.

Proposta dell'ingegner Remo Calzona

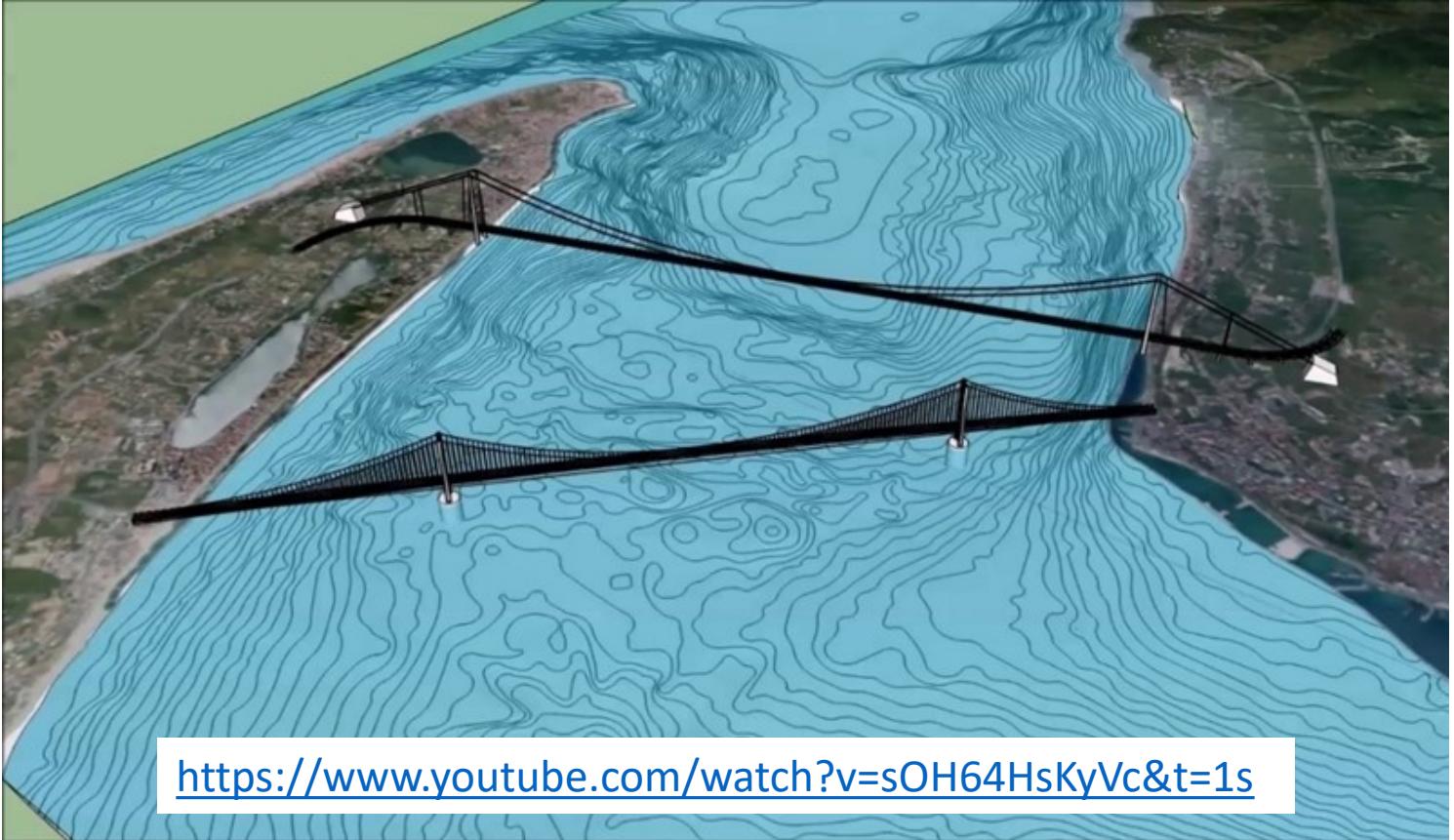
- A tal proposito l'ingegner Remo Calzona nel capitolo 3 “La ricerca non ha fine: indirizzi ed obiettivi futuri”, dopo aver fatto notare che sotto la spinta dell'industria petrolifera, nell'ultimo quarto di secolo le costruzioni off-shore GBS (Gravity Based Structures) hanno avuto uno sviluppo notevolissimo e che di tale sviluppo hanno goduto le fondazioni delle pile in alveo dei ponti sospesi, propone con decisione la realizzazione di piloni GBS sovradimensionati. Ciò in quanto, dato che sono già state costruite con successo in tutto il mondo decine di costruzioni offshore, *“le pile in alveo dei ponti sospesi già realizzati sono opere di costruibilità e prestazioni routinaria”*.
- Nel caso dello stretto di Messina, dopo aver citato i grandi ponti sospesi realizzati con pile in alveo, propone la realizzazione di un ponte simile all'Akashi Kaikyo ovvero della tipologia a tre campate con rapporto dimensionale campata centrale-campata laterale di a-2a-a con a=1000 metri (Figg. 5 e 6).

Proposta dell'ingegner Remo Calzona



Profilo longitudinale della soluzione proposta dal prof. ing. Remo Calzona (Fig. 174 del libro "La ricerca non ha fine")

<https://www.youtube.com/watch?v=sOH64HsKyVc&t=1s>



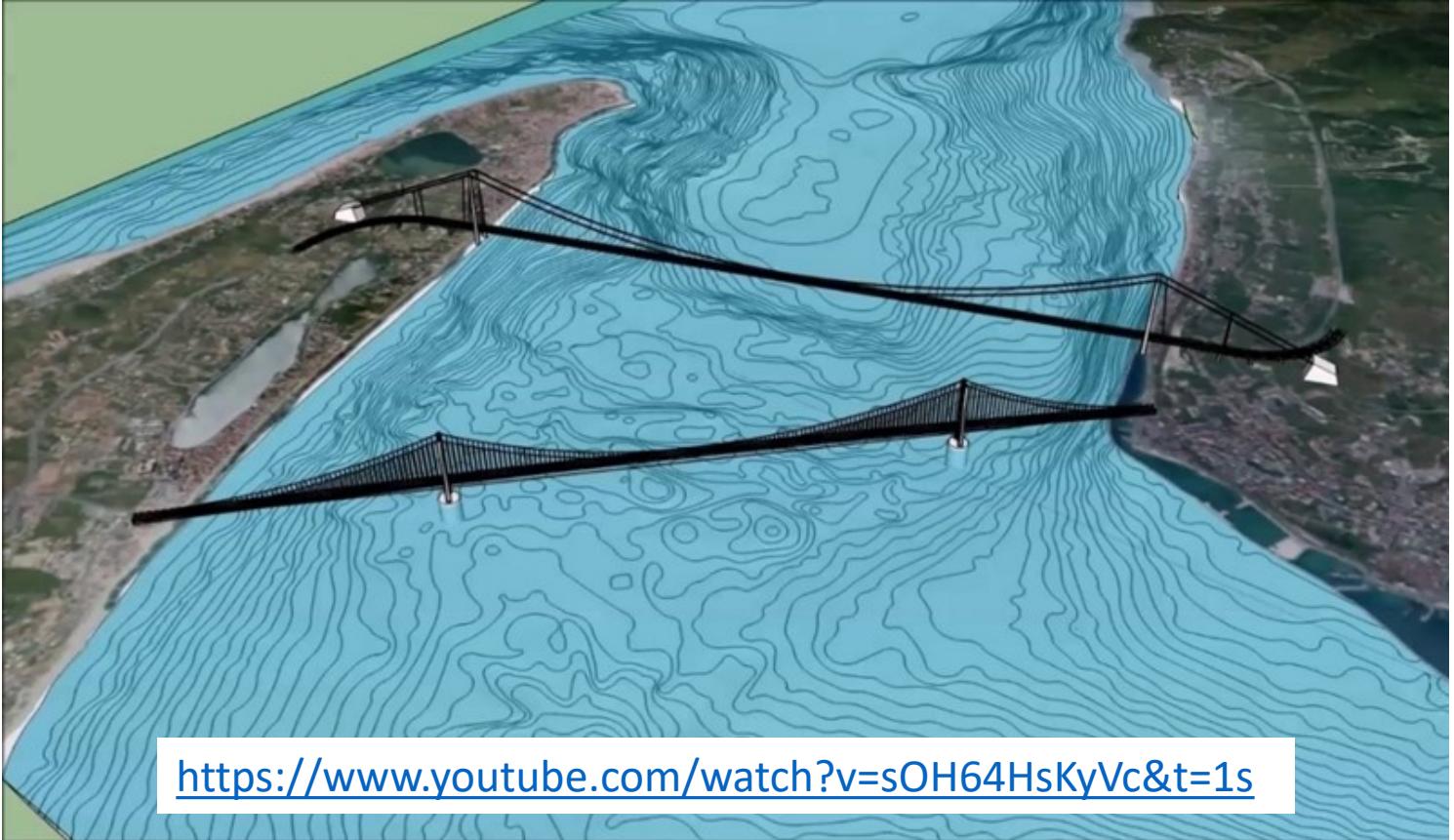
<https://www.youtube.com/watch?v=sOH64HsKyVc&t=1s>

Proposta dell'ingegner Remo Calzona



Come si può subito notare “la geometria del ponte con pile distanti poco meno di un chilometro dalle sponde e canale libero di navigazione di 2000 m soddisfa con ampiissimo margine le prescrizioni sulla navigabilità dello Stretto, che richiederebbero un canale navigabile di soli 600 m in luogo dei 2000 offerti” e bypasserebbe le aree vincolate e la riserva di Capo Peloro.

Il nuovo tracciato planimetrico determinerebbe un ponte con pile in alveo posizionate in zone non interessate da faglie.



<https://www.youtube.com/watch?v=sOH64HsKyVc&t=1s>

Proposta dell'ingegner Remo Calzona

<https://www.youtube.com/watch?v=lSTeYmg7jpU>



Proseguendo la consultazione del libro possiamo leggere a pag.169 “I vantaggi ambientali della nuova proposta sono accompagnati da vantaggi economici. Misurando la distanza dalle gallerie di imbocco, si riduce la lunghezza piano viario su opera d'arte, mentre le gallerie si riducono di circa 8 km. La riduzione di costo assomma a circa 360 milioni di euro, ma il vantaggio maggiore deriva dal risparmio di esercizio e dal costo dei pedaggi. Con riferimento al passaggio stimato di 6 milioni di veicoli e di 40.000 treni all'anno, si avrebbe un risparmio di esercizio di circa 96 milioni di euro all'anno per i mezzi gommati e di 50 milioni di euro all'anno per i treni. Con riferimento alla vita economica dell'opera, si raggiungono cifre economicamente ragguardevoli. Ciò vuol significare che l'economia, come ovvio, non riguarda solo la riduzione del costo di costruzione, ma il risparmio futuro di uso e gestione della viabilità”.



<https://www.youtube.com/watch?v=ISTeYmg7jpU>

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978

«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

- Il Prof. ing. Fritz Leonhardt, uno dei progettisti di ponti più significativi del XX secolo, durante il suo intervento al convegno tenutosi presso l'Accademia Nazionale dei Lincei nel 1978, ha affermato che il ponte strallato con due torri, presentato dal Gruppo Lambertini e risultato tra i vincitori del Concorso Internazionale di idee del 1970, aveva caratteristiche nettamente superiori ai ponti sospesi a campata unica per vari motivi.
- Egli suggeriva di “*non studiare solo i ponti sospesi, ma anche i moderni ponti strallati che sono di gran lunga superiori ai ponti sospesi principalmente per grandi campate e carichi ferroviari*”.
- In base alle sue conoscenze suggeriva di “*non dare troppa fiducia ai risultati dei test dei modelli in sezione nelle gallerie del vento e alle teorie dedotte, in quanto una campata di 3300 m è molto al di là del campo di esperienza*” ... Omissis ... “*Nello stretto di Messina, a differenza di una galleria del vento dove viene usato un vento costante, si verificano con frequenza tempeste con forti raffiche*”.
- ... Omissis ... “*I ponti strallati multi-cavo sono tecnicamente ed economicamente molto superiori ai ponti sospesi, in particolare per campate molto lunghe. Non ci sono problemi aerodinamici perché i numerosi cavi di supporto offrono un forte smorzamento del sistema che impedisce in modo sicuro eventuali oscillazioni di risonanza con ampiezze elevate*”. ... Omissis ...

Evoluzione della progettazione dei ponti sospesi:

- 1) il progetto del ponte sullo stretto di Messina
- 2) esempio di ponte sospeso nella galleria del vento con problemi aerodinamici

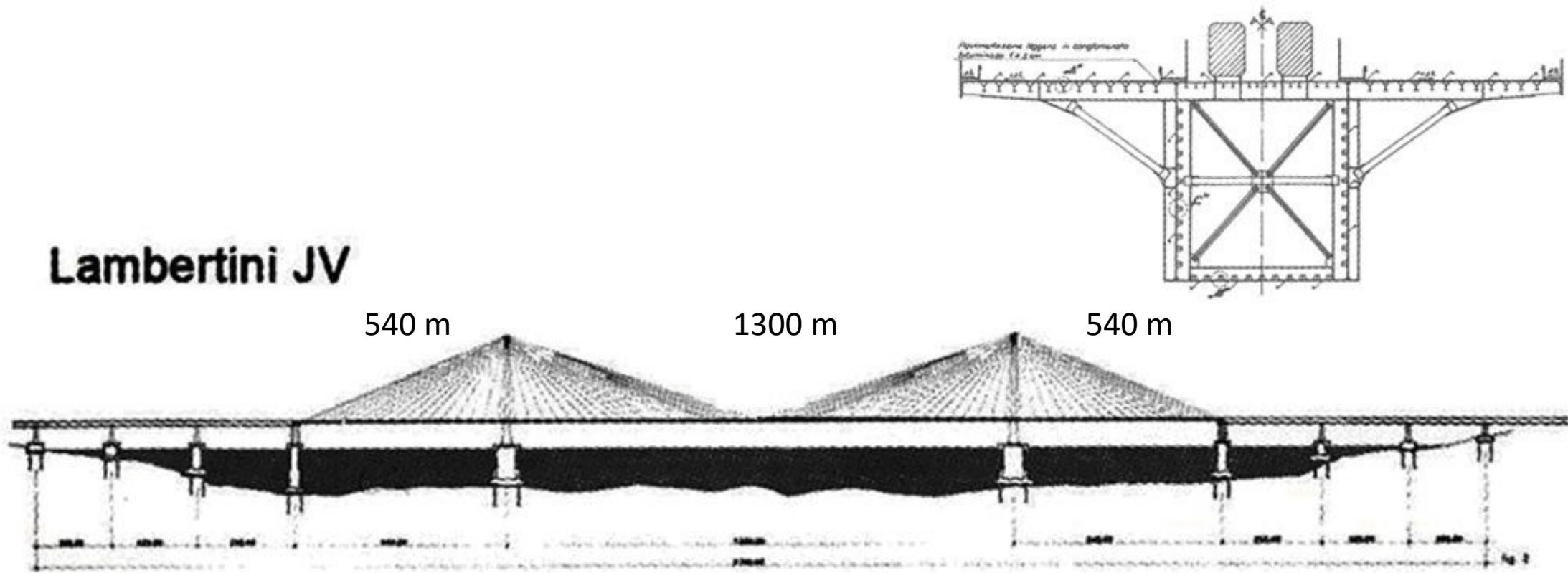


PONTE SULLO STRETTO - POLITECNICO DI MILANO

https://www.youtube.com/watch?v=MuXye_gSyMw&t=1043s

https://www.youtube.com/watch?v=XebTRj_30W8

Progetto del Gruppo Lambertini



Ponte strallato con tre grandi luci (540 m + 1300 m + 540 m) più alcune campate di riva (Fig.3): il progetto risulterebbe particolarmente idoneo al traffico ferroviario in quanto meno deformabile di un analogo ponte sospeso e più facilmente costruibile;

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Convegno - Roma, 4-6 luglio 1978

«L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»

Proseguimento dell'intervento del Prof. ing. Fritz Leonhardt

"Per lo stretto di Messina sarebbero necessarie una o due fondazioni di torri in acque profonde da 90 a 100 m. Questi possono essere costruiti in modo sicuro? Dico di sì, e questo sì è confermato dalla riuscita realizzazione di molti piloni e piattaforme offshore che sono stati costruiti nel Mare del Nord negli ultimi 7 anni in acque profonde da 100 a 150 m. Queste strutture dovevano essere dimensionate per onde normali di 17 m di altezza e onde eccezionali di 30 m. L'altezza massima delle onde nello stretto di Messina è stata data con 6,5 m e da maremoto con solo 8 m. Con tutta l'esperienza disponibile per le strutture marittime non sarà un problema costruire le basi per un ponte strallato nello stretto di Messina. Anche i costi di tali strutture sono ormai ben noti". ... Omissis ...

"Il pericolo di collisione della nave può essere gestito mediante una protezione flottante con grandi elementi di gomma collegate a corde d'acciaio ben ancorate, sviluppate dalla giapponese Yokohama Rubber Co. Questa protezione salva non solo il ponte ma anche la nave. Ma ci sono anche altri dispositivi disponibili per rendere sicura la navigazione attraverso un canale con una larghezza libera di circa 1500 m.

C'è un ulteriore vantaggio del ponte strallato: la ferrovia può essere posizionata sul ponte accanto alle carreggiate in modo da evitare l'ingombante struttura a doppio ponte.

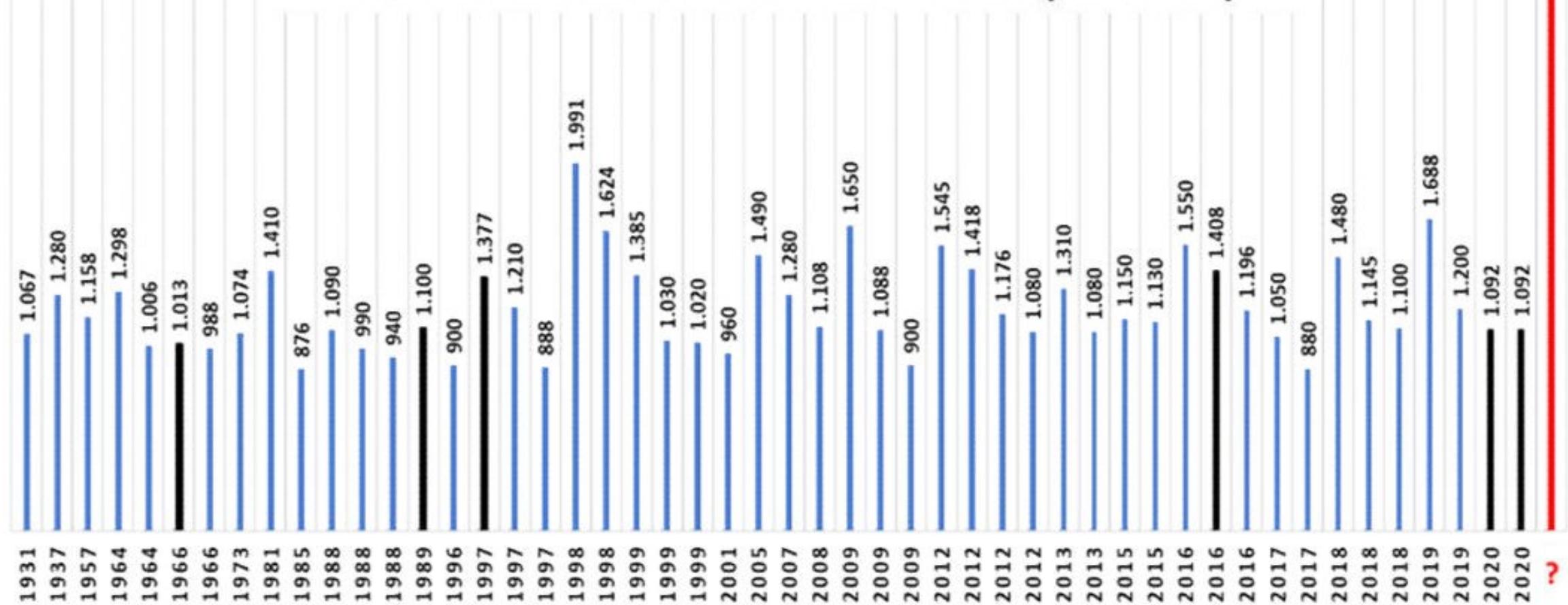
L'argomento più importante a favore del ponte strallato è, tuttavia, l'aspetto finanziario. I calcoli comparativi dei costi hanno dimostrato che il ponte sospeso a una campata costa almeno 2,2 volte tanto quanto il ponte strallato a tre campate con una campata principale da 1500 a 1600 m. La differenza principale deriva dai costi dei cavi." ... Omissis ... "la quantità necessaria di acciaio per sostenere il ponte e il carico del traffico è di circa 270.000 t, rispetto a 21.000 t per il ponte strallato".

Fattibilità dei ponti a più campate nello stretto di Messina

Sulla base di quanto affermato dal Prof. ing. Calzona e dal Prof. ing. Fritz Leonhardt sarebbe perciò possibile realizzare fondazioni offshore nello stretto di Messina e quindi dovrebbero essere riprese in considerazione, tra i progetti di fattibilità (DEF 2017 e DEF 2018), tutte le soluzioni con più campate risultate vincitrici al Concorso di idee del 1970, progetti da aggiornare in base alle attuali evoluzioni tecnologiche:

- Calini-Montuori-Pavlo JV: Ponte sospeso di tipo classico a quattro campate (465m+1360m+1360m+465m=3650m) localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo
- Gruppo Lambertini: Ponte strallato con tre grandi luci (540 m + 1300 m + 540 m) più alcune campate di riva localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo
- Gruppo Ponte Messina S.p.A: Ponte sospeso di tipo classico a tre campate (770m+1600m+770 m= 3200m) localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo
- Technital S.p.a.: Ponte sospeso a cinque campate (500+1000+1000+1000+500 m= 4000 m) localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo
- Colleviastreme 384: Ponte sospeso a tre campate;
- Gruppo Samonà, Ponte sospeso a quattro campate);
- Zacle 80: Ponte sospeso a tre campate.

**LUNGHEZZA DELLA CAMPATA PRINCIPALE IN METRI
DEI 50 PONTI SOSPESI PIÙ GRANDI DEL MONDO
IN ORDINE DI REALIZZAZIONE DAL 1931 AD OGGI
CONFRONTATI CON LE DIMENSIONI DEL PROGETTO
DEL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA (IN ROSSO)**



N.	Nome del Ponte	Dimensioni campata principale (metri)	Anno di apertura	Tipologia	Utilizzo	Italia
0	Messina Strait Bridge	3.300	?	sospeso	stradale e ferroviario	Italia
1	Akashi Kaikyō Bridge	1.991	1998	sospeso	stradale	Giappone
2	Second Humen Bridge [zh] (East main span)	1.688	2019	sospeso	stradale	Cina
3	Xihoumen Bridge	1.650	2009	sospeso	stradale	Cina
4	Great Belt Bridge	1.624	1998	sospeso	stradale	Danimarca
5	Osman Gazi Bridge	1.550	2016	sospeso	stradale	Turchia
6	Yi Sun-sin Bridge	1.545	2012	sospeso	stradale	Cina
7	Runyang Bridge	1.490	2005	sospeso	stradale	Cina
8	Second Dongtinghu Bridge [zh]	1.480	2018	sospeso	stradale	Cina
9	Nanjing Fourth Yangtze Bridge	1.418	2012	sospeso	stradale	Cina
10	Humber Bridge	1.410	1981	sospeso	stradale	Inghilterra
11	Yavuz Sultan Selim Bridge	1.408	2016	sospeso	stradale e ferroviario	Turchia
12	Jiangyin Bridge	1.385	1999	sospeso	stradale	Cina
13	Tsing Ma Bridge	1.377	1997	sospeso	stradale e ferroviario	Hong Kong
14	Hardanger Bridge	1.310	2013	sospeso	stradale	Norvegia
15	Verrazzano-Narrows Bridge	1.298	1964	sospeso	stradale	Stati Uniti
16	Golden Gate Bridge	1.280	1937	sospeso	stradale	Stati Uniti
17	Yangluo Bridge	1.280	2007	sospeso	stradale	Cina
18	Höga Kusten Bridge	1.210	1997	sospeso	stradale	Danimarca
19	Second Humen Bridge [zh] (West main span)	1.200	2019	sospeso	stradale	Cina
20	Longjiang River Bridge	1.196	2016	sospeso	stradale	Cina
21	Aizhai Bridge	1.176	2012	sospeso	stradale	Cina
22	Meizhou Island Bridge	1.150	2017	sospeso	stradale	Cina

N.	Nome del Ponte	Dimensioni campata principale (metri)	Anno di apertura	Tipologia	Utilizzo	Italia
20	Longjiang River Bridge	1.196	2016	sospeso	stradale	Cina
21	Aizhai Bridge	1.176	2012	sospeso	stradale	Cina
22	Mackinac Bridge	1.158	1957	sospeso	stradale	Stati Uniti
23	Ulsan Bridge [ko]	1.150	2015	sospeso	stradale	Sud Corea
24	Hålogaland Bridge	1.145	2018	sospeso	stradale	Norvegia
25	Qingshui River Bridge	1.130	2015	sospeso	stradale	Cina
26	Huangpu Bridge	1.108	2008	sospeso	stradale	Cina
27	Minami Bisan-Seto Bridge	1.100	1989	sospeso	stradale e ferroviario	Giappone
28	Xingkang Bridge	1.100	2018	sospeso	stradale	Cina
29	Hutong Yangtze River Bridge	1.092	2020	ponte strallato	stradale e ferroviario	Cina
30	Wufengshan Yangtze River Bridge	1.092	2020	sospeso	stradale e ferroviario	Cina
31	Fatih Sultan Mehmet Bridge	1.090	1988	sospeso	stradale	Turchia
32	Baling River Bridge	1.088	2009	sospeso	stradale	Cina
33	Taizhou Bridge	1.080	2012	sospeso	stradale	Cina
34	Ma'anshan Bridge	1.080	2013	sospeso	stradale	Cina
35	Bosphorus Bridge	1.074	1973	sospeso	stradale	Turchia
36	George Washington Bridge	1.067	1931	sospeso	stradale	Stati Uniti
37	Fuma Yangtze River Bridge	1.050	2017	sospeso	stradale	Cina
38	Third Kurushima-Kaikyō Bridge	1.030	1999	sospeso	stradale	Giappone
39	Second Kurushima-Kaikyō Bridge	1.020	1999	sospeso	stradale	Giappone
40	25 de Abril Bridge	1.013	1966	sospeso	stradale e ferroviario	Portogallo
41	Forth Road Bridge	1.006	1964	sospeso	stradale	Inghilterra
42	Kita Bisan-Seto Bridge	990	1988	sospeso	stradale	Giappone

Elenco dei 10 ponti stradali e ferroviari attualmente realizzati in tutto il mondo

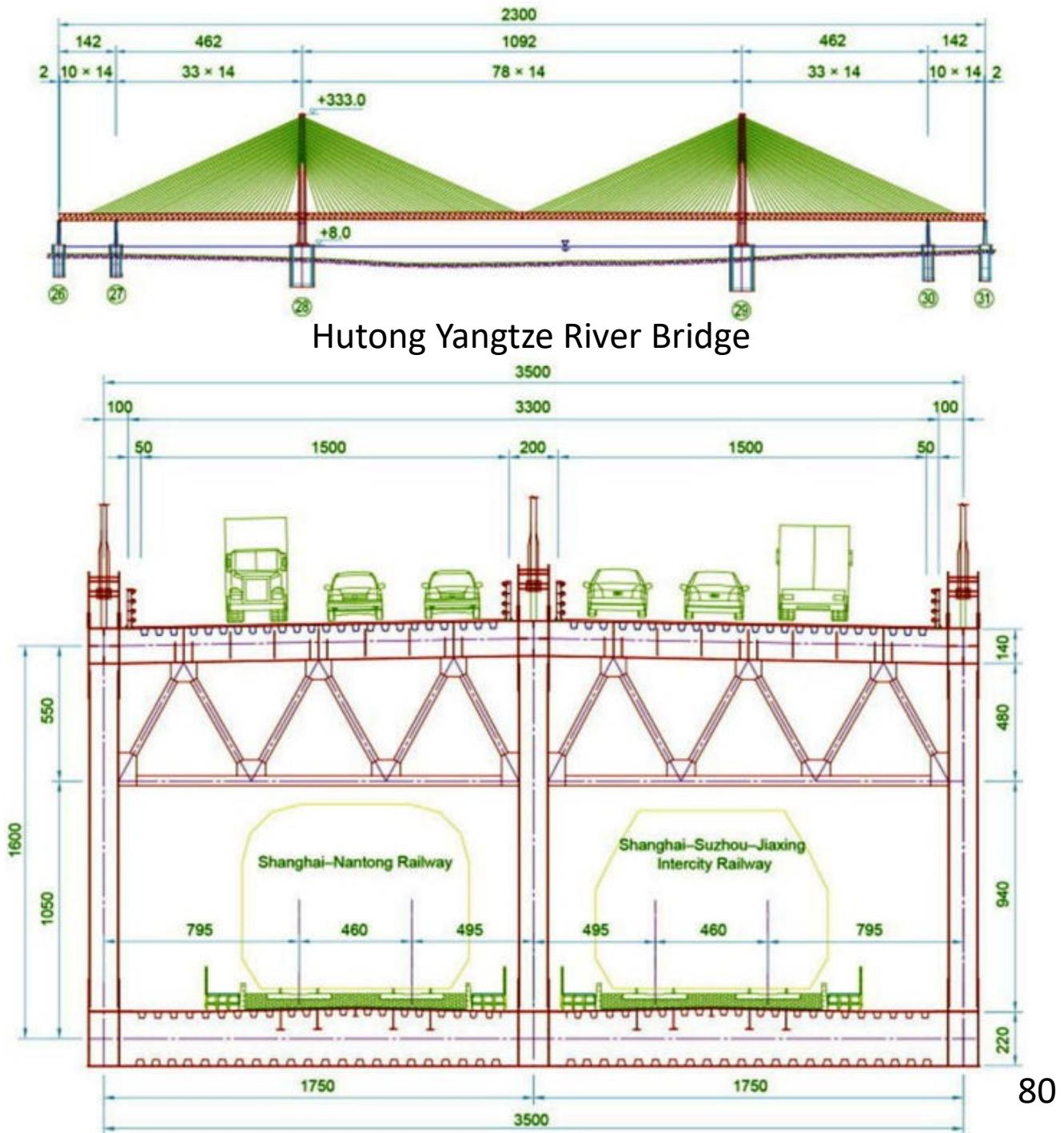
	Name	Country	main span
1	Yavuz Sultan Selim Bridge	Turkey	1408 m
2	Tsing Ma Bridge	China	1377 m
3	Minami Bisan-Seto Bridge	Japan	1100 m
4	Tagus River Bridge	Portugal	1013 m
5	Kita Bisan-Seto Bridge	Japan	990 m
6	Shimotsui-Seto Bridge	Japan	940 m
7	Ohnaruto Bridge	Japan	876 m
8	Chongming North Bridge	China	730 m
9	Queensferry Crossing	United Kingdom	650 m
10	Tongling Road-Rail Bridge	China	630 m

I ponti ferroviari più grandi del mondo realizzati appositamente per fare circolare treni ad Alta velocità sino a 250 km/h con scartamento standard (1.435 mm) sono i ponti cinesi Hutong Yangtze River Bridge e Wufengshan Yangtze River Bridge, che sono lunghi 1.092 m e che dovrebbero essere attivati entro il 2020

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917304496>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZMChBOpoosA>

<https://www.youtube.com/watch?v=581kTVNfAIU&t=1s>



Wufengshan Yangtze River Bridge



<https://www.youtube.com/watch?v=DajCyNhWXE8>

Test di stabilità aerodinamica del ponte sotto l'azione del vento

Sull’”International Database and Gallery of Structures” è pubblicata anche la scheda relativa al Ponte sullo Stretto di Messina a campata unica da 3.300 m, che nelle note afferma: “*Il problema più grande nella progettazione del ponte è la stabilità aerodinamica del ponte sotto l'azione del vento e dell'attività sismica*”. Ovviamente sui vari modelli del Ponte da 3.300 m sono stati condotti, per conto della Società Stretto di Messina, numerosi test nella galleria del vento di diversi istituti di ricerca e certificazione per scongiurare questi pericoli.

<https://structurae.net/en/structures/messina-straits-bridge>

<https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1/2?Testo=PB0034&RaggruppamentoID=&x=23&y=12#form-cercaDocumentazione>

<https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1/2?Testo=PB0033&RaggruppamentoID=&x=16&y=12#form-cercaDocumentazione>

Liquidazione della Società Stretto di Messina S.p.A. e necessità di predisporre nuovi Progetti di Fattibilità

Considerando ragionevole che gli sviluppi tecnologici si susseguano nel tempo in modo quasi continuo e graduale rispetto a soluzioni già testate e implementate, sembrerebbe a dir poco ambizioso l'obiettivo di realizzare il ponte sullo stretto di Messina stradale e soprattutto ferroviario con una campata principale da 3.300 m.

Tale evidenza è stata messa in rilievo anche dalla Delibera n.24/2009 della Corte dei Conti, Sezione centrale di controllo sulla gestione delle Amministrazioni dello Stato, dal titolo “Esiti dei finanziamenti per il ponte sullo Stretto di Messina”, che a pag. 16 elenca alcuni possibili termini di paragone.

Come noto, nonostante che il CdA della Stretto di Messina il 29 luglio 2011 abbia completato l'iter di approvazione del progetto definitivo del ponte sullo Stretto di Messina e dei 40 chilometri di raccordi a terra stradali e ferroviari, la Società Stretto di Messina S.p.A., con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 15 aprile 2013, è stata posta in liquidazione.

Pur in assenza di una dichiarazione tecnica di non fattibilità del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina con campata unica da 3.300 m, attualmente dovrebbero essere in corso nuovi Studi di Fattibilità per individuare possibili soluzioni di attraversamento stabile viario e ferroviario alla luce delle attuali conoscenze tecniche, nel rispetto di quanto stabilito nel Documento di Economia e Finanza 2018, Allegato “Connettere l’Italia: lo stato di attuazione dei programmi per le infrastrutture di trasporto e logistica”

Progetto Definitivo → Progetto Esecutivo

- Secondo quanto previsto dall'iter procedurale, dopo l'approvazione del «Progetto Definitivo» del ponte a campata unica da 3.300 m da parte del CdA della Stretto di Messina (29 luglio 2011) sarebbe dovuto iniziare l'iter autorizzativo per predisporre il «Progetto Esecutivo» e i documenti relativi alla «Sicurezza» e “Gestione dell’Esercizio e delle Emergenze», che avrebbero dovuto essere inviati alle Autorità competenti per l’approvazione.
- Tra gli altri avrebbero dovuto essere individuati e poi realizzati i «luoghi sicuri» elencati nei documenti pubblicati in bozza insieme al Progetto Definitivo:
 - <https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1/2?Testo=esercizio&RaggruppamentoID=&x=20&y=16#form-cercaDocumentazione>
 - <http://www.va.minambiente.it/File/Documento/36422>
 - <http://www.va.minambiente.it/File/Documento/37143>
 - Ecc.
- Nel caso in cui il Parlamento dovesse decidere di realizzare il ponte a campata unica da 3.300 m, solo per il traffico stradale (così come indicato nelle schede UE del Corridoio Scandinavo-Mediterraneo), resterebbe valida l’ipotesi di realizzare l’attraversamento ferroviario in galleria subalvea o alvea.



Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

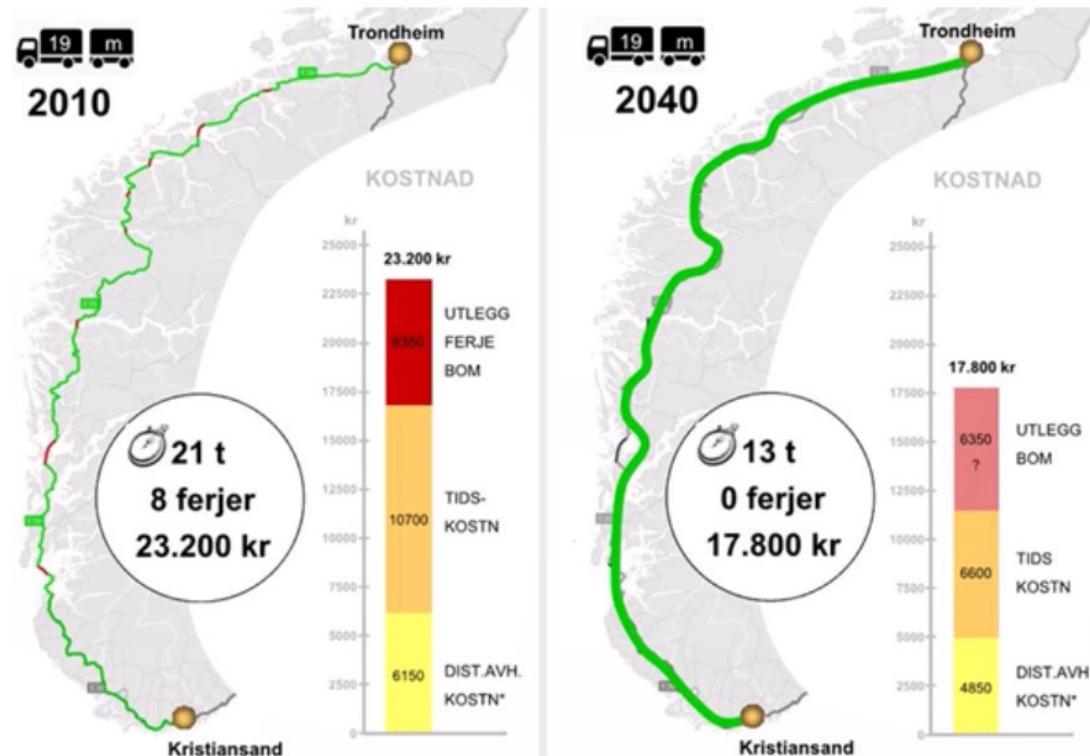
Progetto di adeguamento della E39

La Norvegia ha approvato l'adeguamento della strada E39.

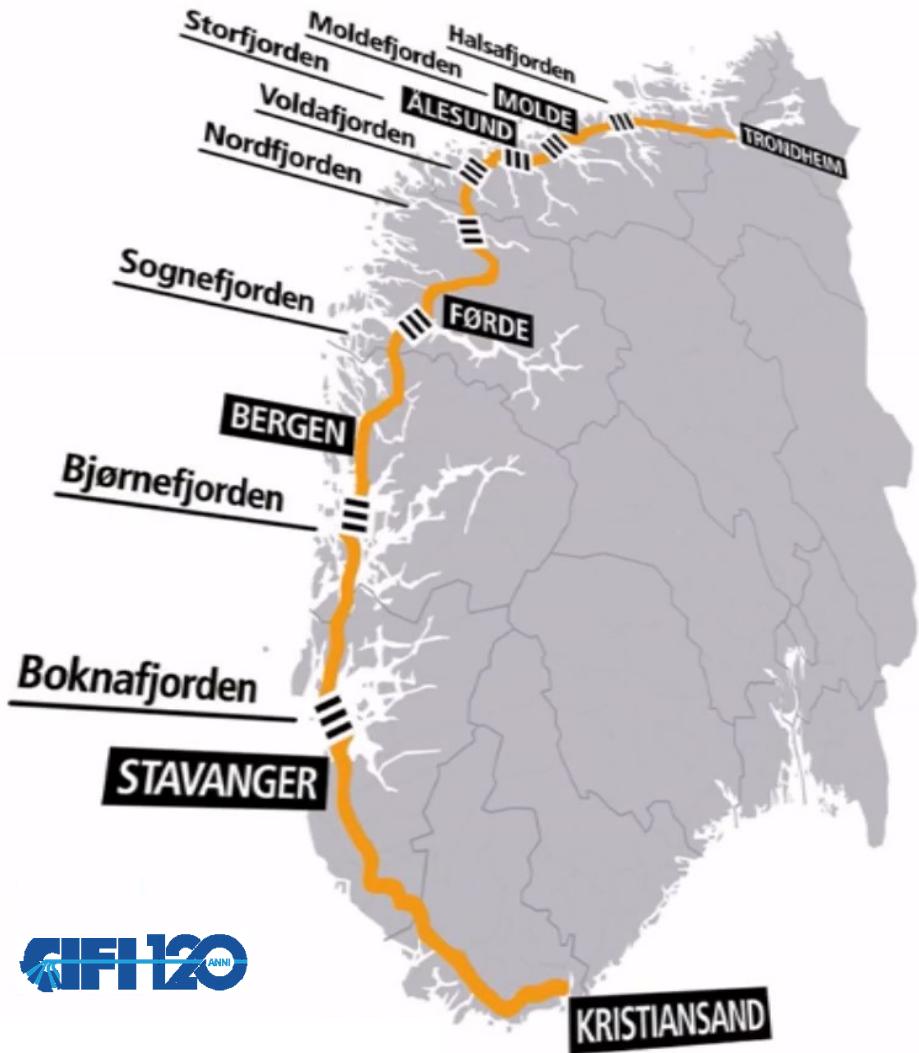
- Lunghezza 1100 km
- 8 Servizi di navi traghetti da sostituire con ponti o tunnel
- Costo stimato: 47 miliardi di dollari
- Tempo di realizzazione: 20 anni (2016-2035)



GFI 120 ANNI



Coastal Highway Route E39 E39 Kristiansand - Trondheim



Progetto di adeguamento della E39



Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Per eliminare i servizi di navi traghetto lungo la E39
è necessario realizzare ponti/tunnel:

Fiordo da superare	Lunghezza (km)	Profondità (m)
Halsafjorden	2	500-600
Moldefjorden	13 tunnel subalveo	330
	1,6 ponte	500-600
Storfjorden/Sulafjorden	3,4	500
Voldafjorden	2,5	600
Nordfjorden	1,7	300-500
Sognefjorden	3,7	1250
Bjørmafjorden	4-5	500-600
Boknafjorden, Rogfast	26,7 tunnel subalveo	390
	7,5 ponte	550

Video animazioni relative alle soluzioni individuate

<https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/fergefriE39/Film>

Utgreiling/forprosjekt	Bompengesøknad/KS2/Byggeplan/Grunn	Tiltak under bygging	Programma dei lavori di adeguamento della E39																					
Kommunedelplan	Bygging	Bypakkar, tiltak i by																						
Reguleringsplan	Ferdig/Akseptabel standard til 2035	Utbyggingselskapet si portefølge, ferdig innan 20 år																						
Hovedstrekning	Delsrekning/parsell	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Kostnad	Kostnad stegvis utbygging	
Kristiansand-Ålgård	Kristiansand-Søgne																						7 000	7 000
	Søgne-Lyngdal																						14 500	14 500
Ålgård-Harestad	Lyngdal-Ålgård																						27 600	27 600
	Ålgård-Hove																						3 550	3 550
	Hove-Sandved																						31	31
	Sandved-Smiene																						2 769	2 769
Harestad-Os	Smiene-Harestad																						2 637	2 637
	Harestad-Arvågen	Rogfast																					13 000	13 000
	Arvågen-Våg																						11 200	11 200
	Våg-Heiane																						10 000	10 000
Os-Knarvik	Heiane-Åland																						2 700	2 700
	Åland-Svegatjørn																						39 100	39 100
	Svegatjørn-Rådal																						4 338	4 338
	Rådal-Vågsbotn																						12 347	12 347
Knarvik-Oppedal	Vågsbotn-Knarvik																						4 600	4 600
	Knarvik-Ostereide																						4 850	4 850
	Ostereide-Oppedal																						4 665	4 365
	Oppedal-Lavik																						15 000	15 000
Lavik-Byrkjelo	Lavik-Torvund																						1 300	1 300
	Bogstunnelen-Gaular gr.																						1 120	1 120
	Dregebø-Sande N																						0	0
	Sande N-Storehaug																						500	500
Byrkjelo-Volda	Storehaug-Vassenden																						7 160	6 260
	Vassenden-Byrkjelo																						3 064	3 064
	Byrkjelo-Grodås																						10 800	10 800
	Grodås-Volda																						0	0
Volda-Ålesund	Volda-Furene																						800	800
	Furene-Hareid																						21 100	11 000
	Hareid-Sulesund																						38 000	38 000
	Sulesund-Vegsund																						2 200	2 000
Ålesund-Molde	Vegsund-Breivika																						2 800	2 800
	Ålesund-Molde																						38 300	32 800
	Molde-Årø																						2 100	2 100
	Årø-Hjelset																						3 100	2 500
Molde-Bergsøya	Hjelset-Bergsøya																						3 100	3 100
	Bergsøya-Betna																						12 300	12 300
	Betna-Stormyra																						1 750	1 750
	Stormyra-Thamshamn																						5 300	5 300
Bergsøya-Klett	Thamshamn-Klett																						5 400	5 400
	SUM ÅLGÅRD-KLETT																						290 981	273 381



Sono stati realizzati Condeep in acque profonde sino a 300m di profondità.

Si stanno progettando anche in acque profonde 500 m circa

Lo sviluppo delle strutture offshore di tipo gravity e floating, per l'estrazione di petrolio e gas da grandi giacimenti posti in mezzo all'oceano, ha consentito lo sviluppo di nuove tecniche in grado di affrontare e risolvere numerosi problemi relativi alla realizzazione dei ponti.