

In collaborazione con:



C.R.O.I.L. CONSULTA REGIONALE ORDINI INGEGNERI LOMBARDIA
Bergamo - Brescia - Como - Cremona - Lecco - Lodi - Mantova - Milano - Monza & Brianza - Pavia - Sondrio - Varese



Grandi ponti e tunnel nel mondo

*A cura di
Giovanni SACCA'*

11 ottobre 2021

PARTNER



MEDIA PARTNER



CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI



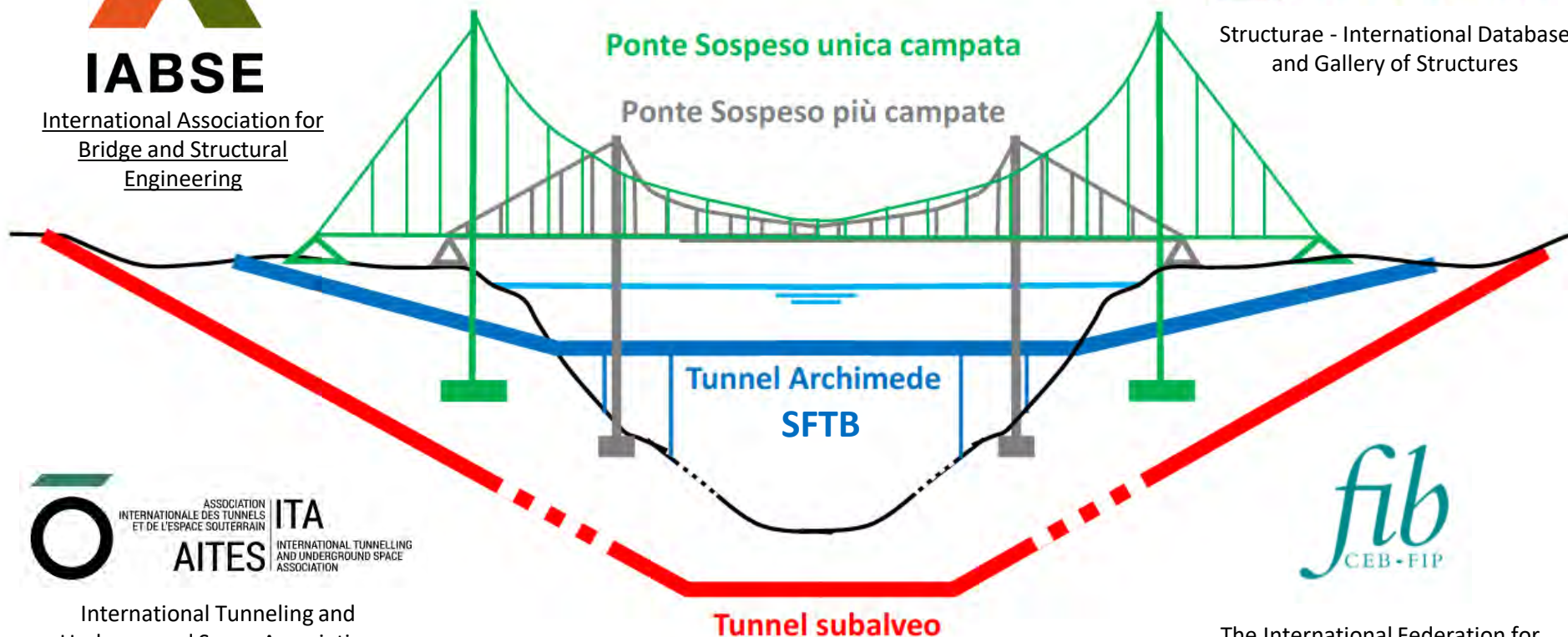


IABSE

International Association for
Bridge and Structural
Engineering



Structurae - International Database
and Gallery of Structures



ASSOCIATION
INTERNATIONALE DES TUNNELS
ET DE L'ESPACE SOUTERRAIN
ITA
AITES INTERNATIONAL TUNNELLING
AND UNDERGROUND SPACE
ASSOCIATION

International Tunneling and
Underground Space Association

World Tunnel Congress (WTC)



The International Federation for
Structural Concrete (fib – Fédération
internationale du béton)

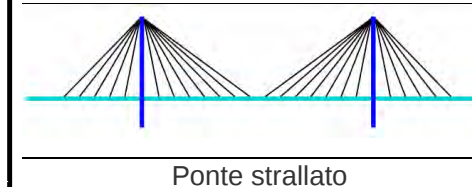
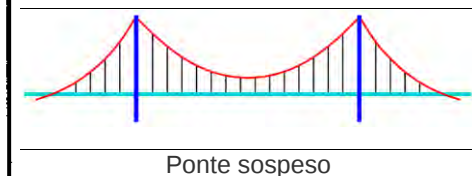
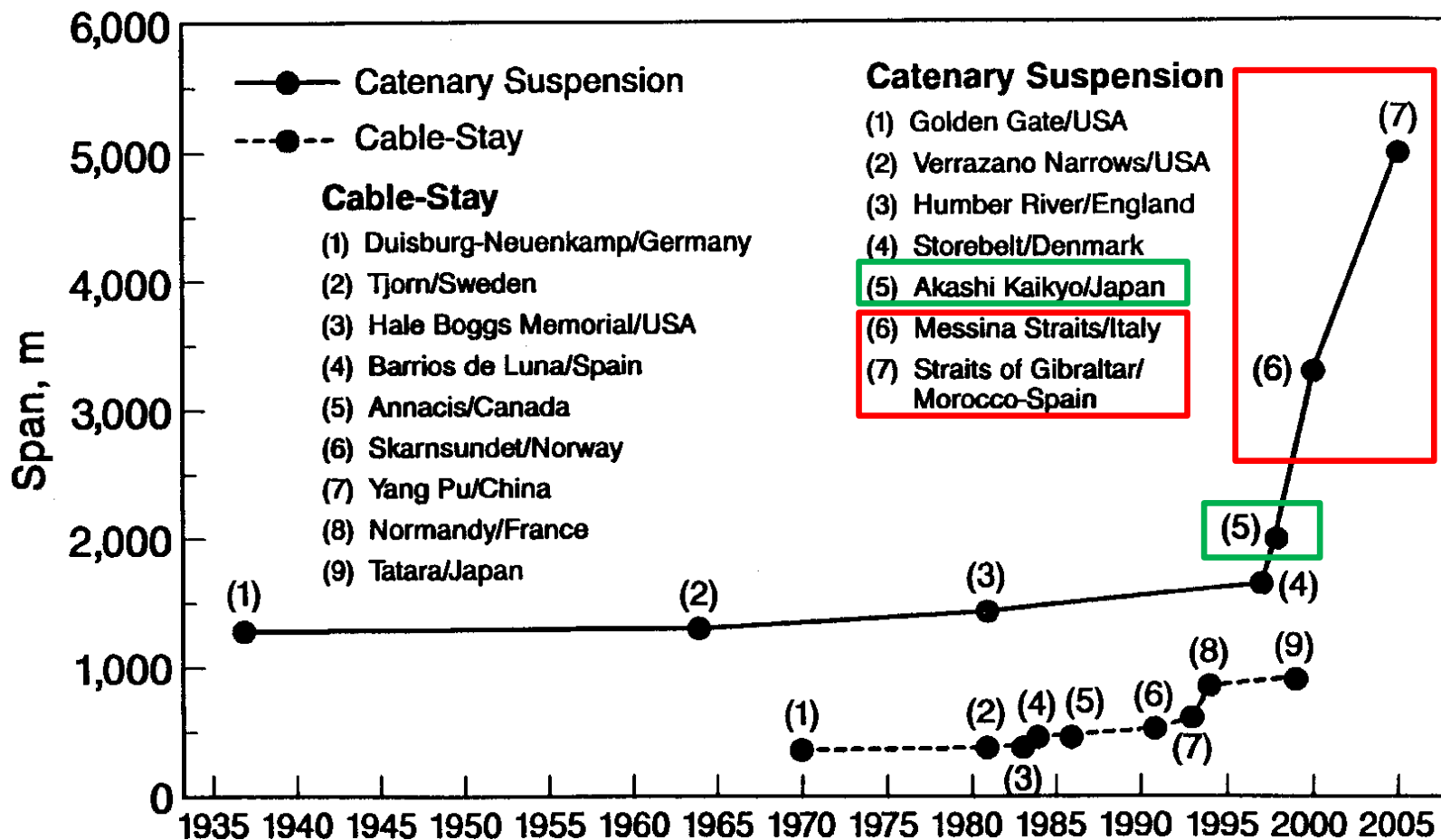
The design guidelines for SFTBs

<http://www.infoparlamento.it/Pdf/ShowPdf/8417>



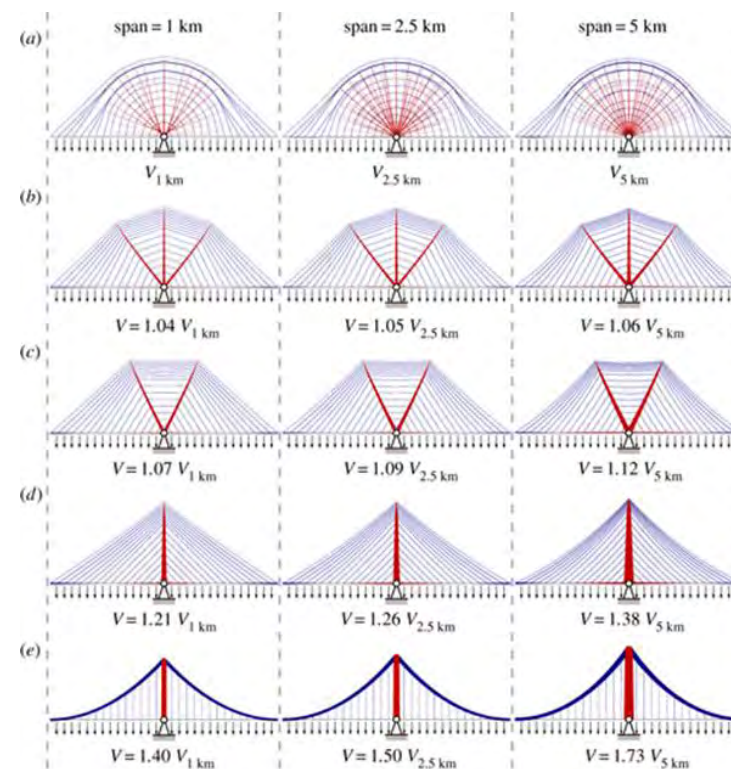
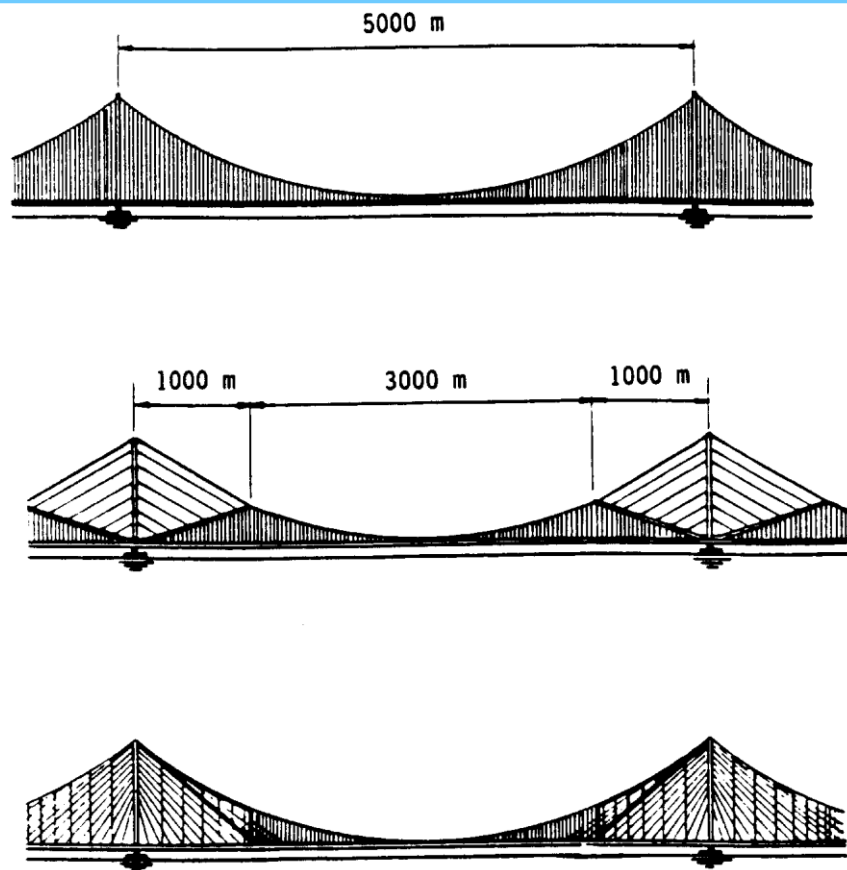
Ponti sospesi a grande luce





Ponti sospesi e ponti strallati

https://www.academia.edu/22312614/CABLE_SUSPENDED_BRIDGES



Hybrid bridge proposals for Gibraltar Straits Crossing

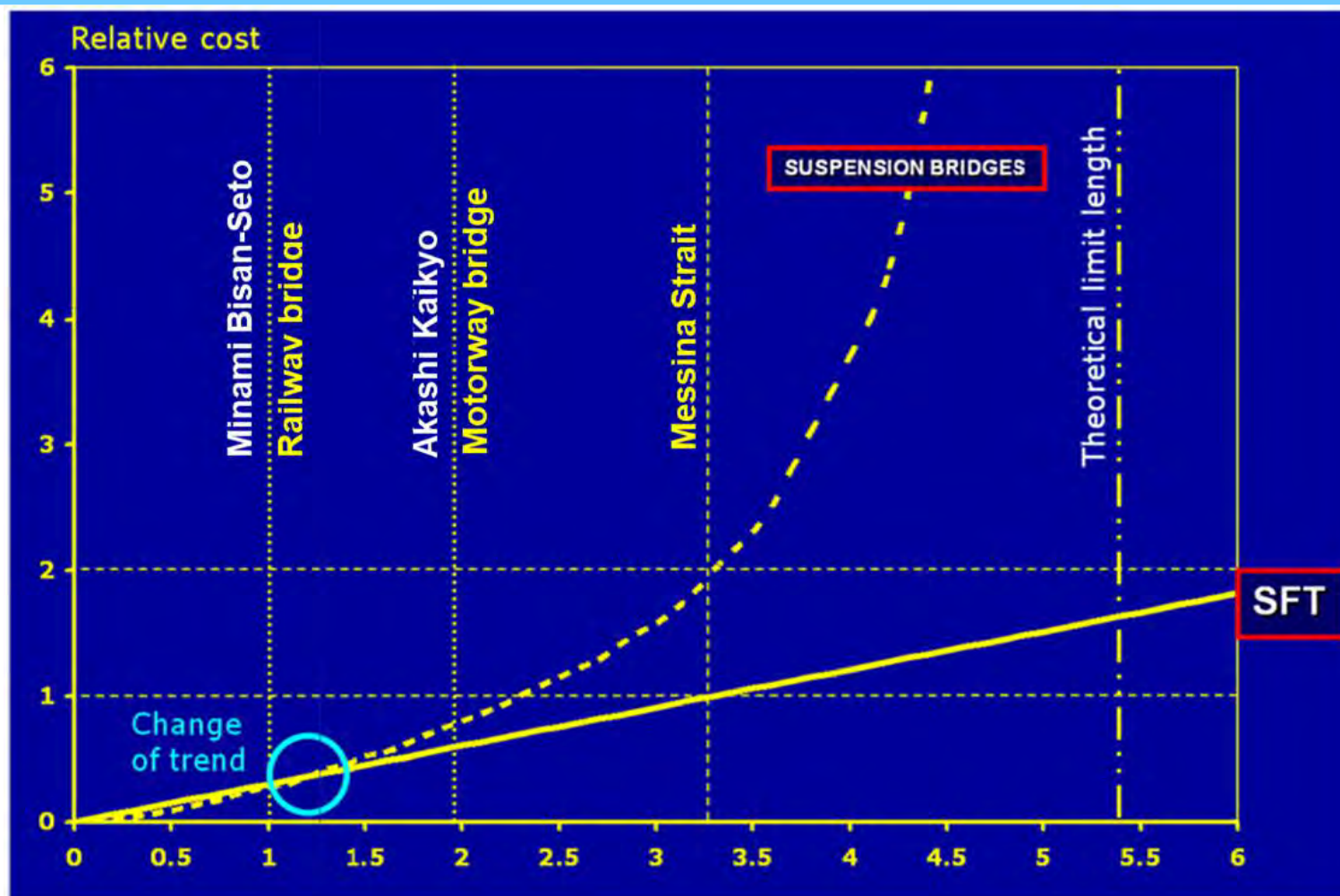
<https://www.youtube.com/watch?v=pmGVXKu-BnE&t=1s>

<https://www.youtube.com/watch?v=MzIN5zm-ubs>

**Theoretically optimal forms for very long-span
bridges under gravity loading, Volume: 474,
Issue: 2217, DOI: (10.1098/rspa.2017.0726)**

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.2017.0726>

Lunghezza teorica massima dei ponti 5,4 km circa



Curve qualitative di andamento dei costi dei ponti sospesi (SB) e dei tunnel flottanti sommersi (SFT)

Pag. 247 - http://www.fedoa.unina.it/8407/1/Martire_Giulio_23.pdf

6

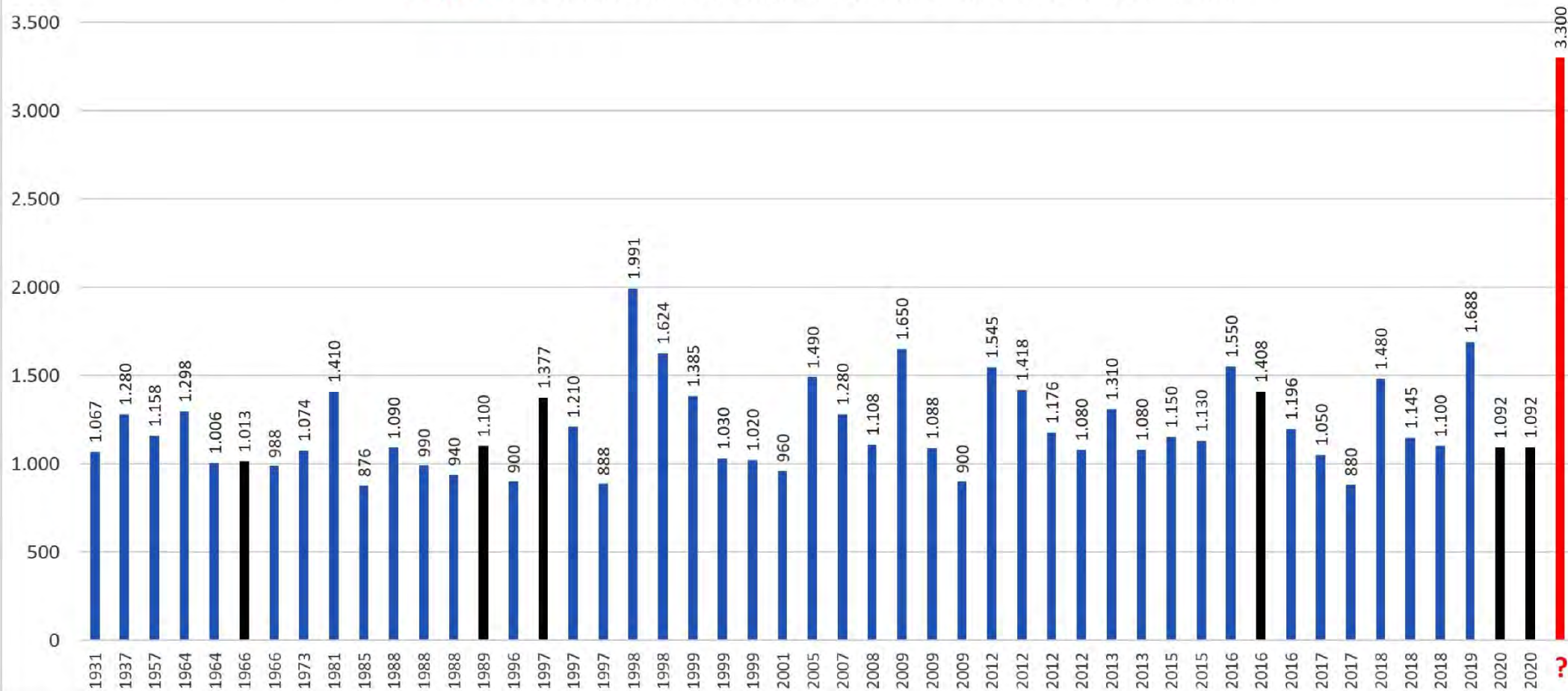
PARTNER

MEDIA PARTNER

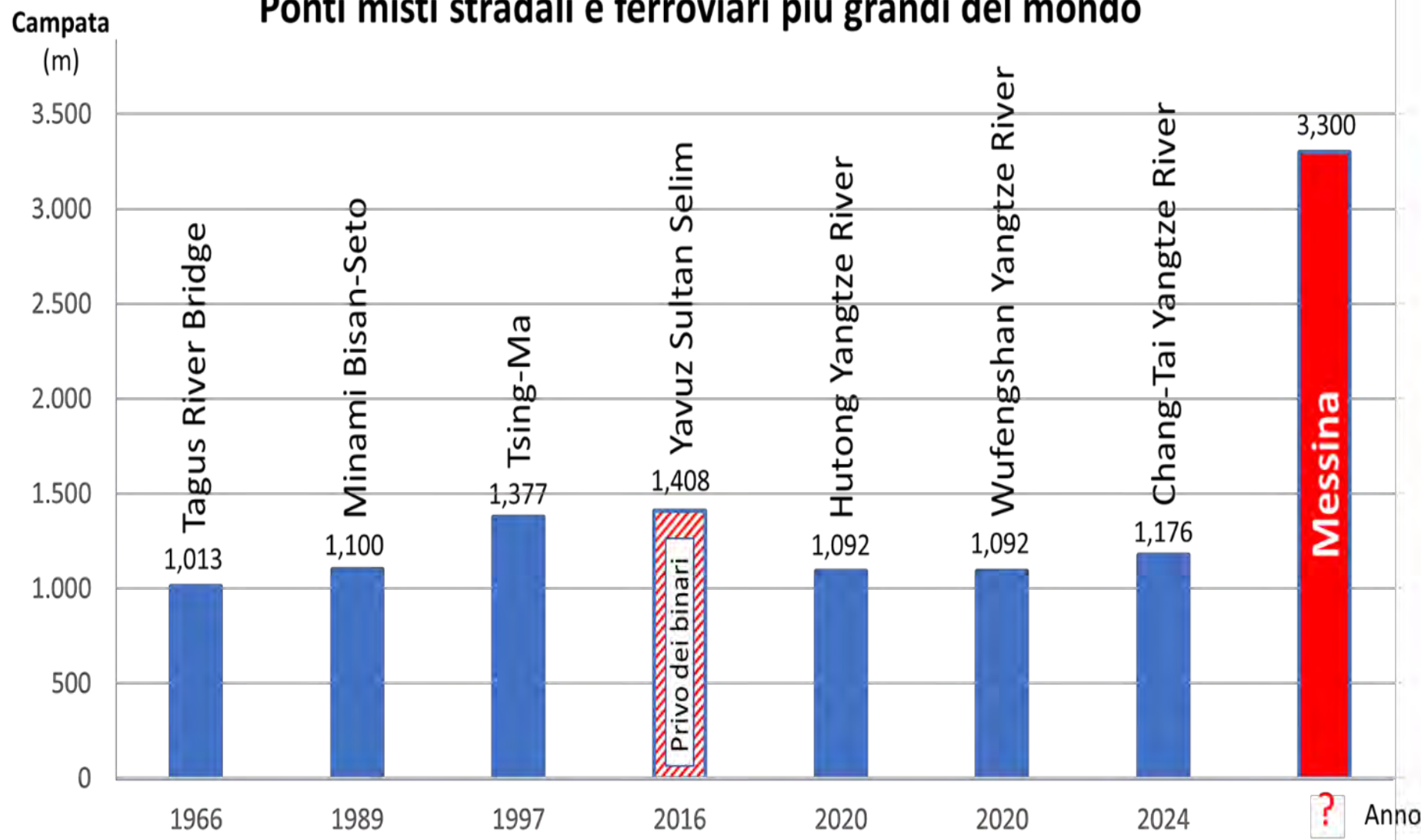
CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

LUNGHEZZA DELLA CAMPATA PRINCIPALE IN METRI DEI 50 PONTI SOSPESI PIÙ GRANDI DEL MONDO
IN ORDINE DI REALIZZAZIONE DAL 1931 AL 2021 - IN NERO I PONTI STRADALI E FERROVIARI - IN AZZURRO I PONTI STRADALI
IN ROSSO IL PONTE A CAMPATA UNICA PROGETTATO PER LO STRETTO DI MESSINA



Ponti misti stradali e ferroviari più grandi del mondo



8

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI



The Largest Database for Civil and Structural Engineers

	Ponti stradali e ferroviari	Nazione	Attivazione	Campata principale	Piani	Tipo di ponte
1	Yavuz Sultan Selim Bridge (realizzato per essere misto, attualmente è solo stradale)	Turkey	2016	1.408 m	1	Suspension bridge with cable-stays
2	Tsing Ma Bridge	China	1997	1.377 m	2	Suspension bridge
3	Minami Bisan-Seto Bridge	Japan	1988	1.100 m	2	Suspension bridge
4	Hutong Yangtze River Bridge	China	2020	1,092 m	2	Cable-stayed bridge
5	Tagus River Bridge	Portugal	1966	1.013 m	2	Suspension bridge
6	Kita Bisan-Seto Bridge	Japan	1985	990 m	2	Suspension bridge
7	Shimotsui-Seto Bridge	Japan	1988	940 m	2	Suspension bridge
8	Ohnaruto Bridge	Japan	1985	876 m	2	Suspension bridge
9	Chongming North Bridge	China	2009	730 m	2	Cable-stayed bridge
10	Tongling Road-Rail Bridge	China	2015	630 m	2	Cable-stayed bridge

<https://structurae.net/en/structures/bridges/railroad-railway-bridges>

9

Yavuz Sultan Selim Bridge (2016)



58.50 m

Yavuz Sultan Selim Bridge (2016) Sezione trasversale

http://www.cifi.it/UplDocumenti/Roma30112016/08_CIFII_TO-LY.pdf

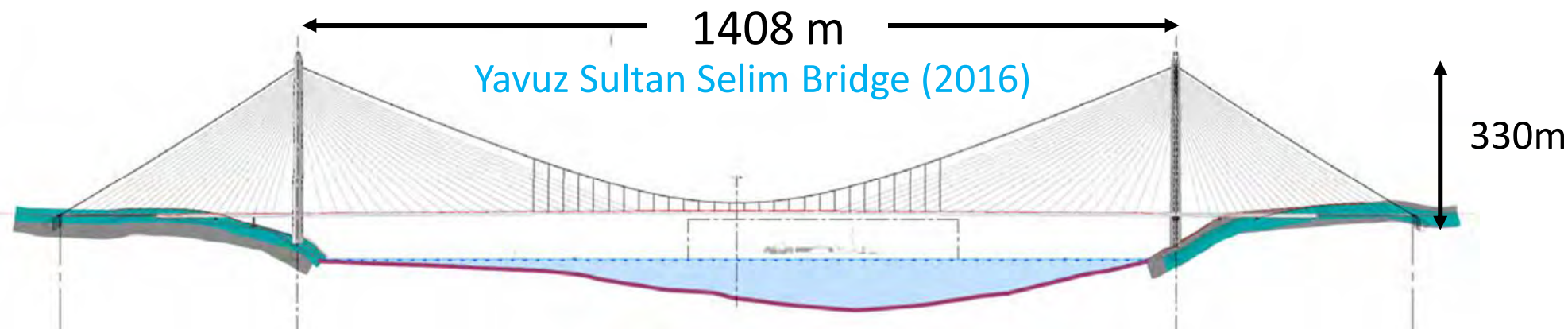
10

PARTNER

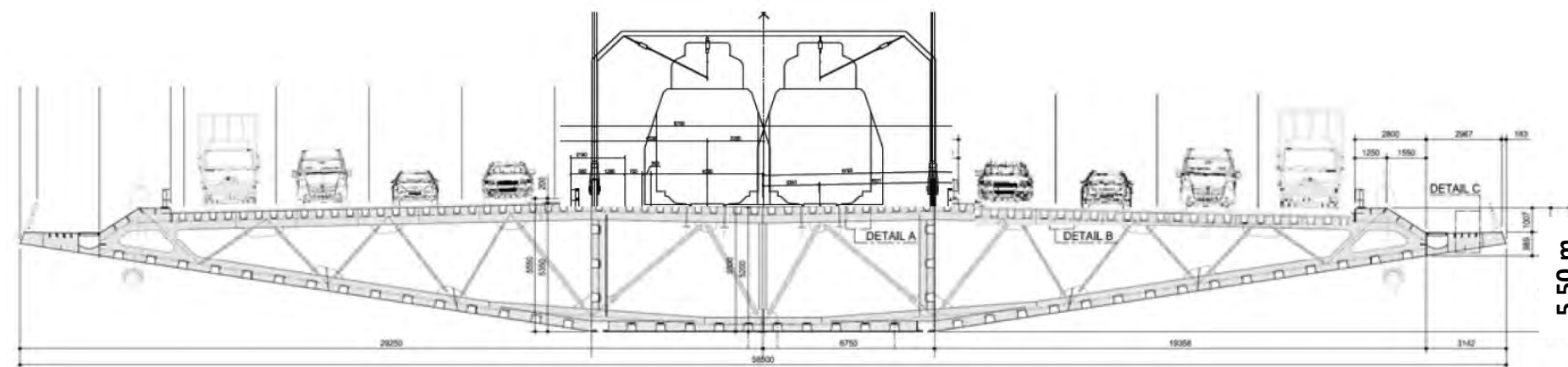
MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI



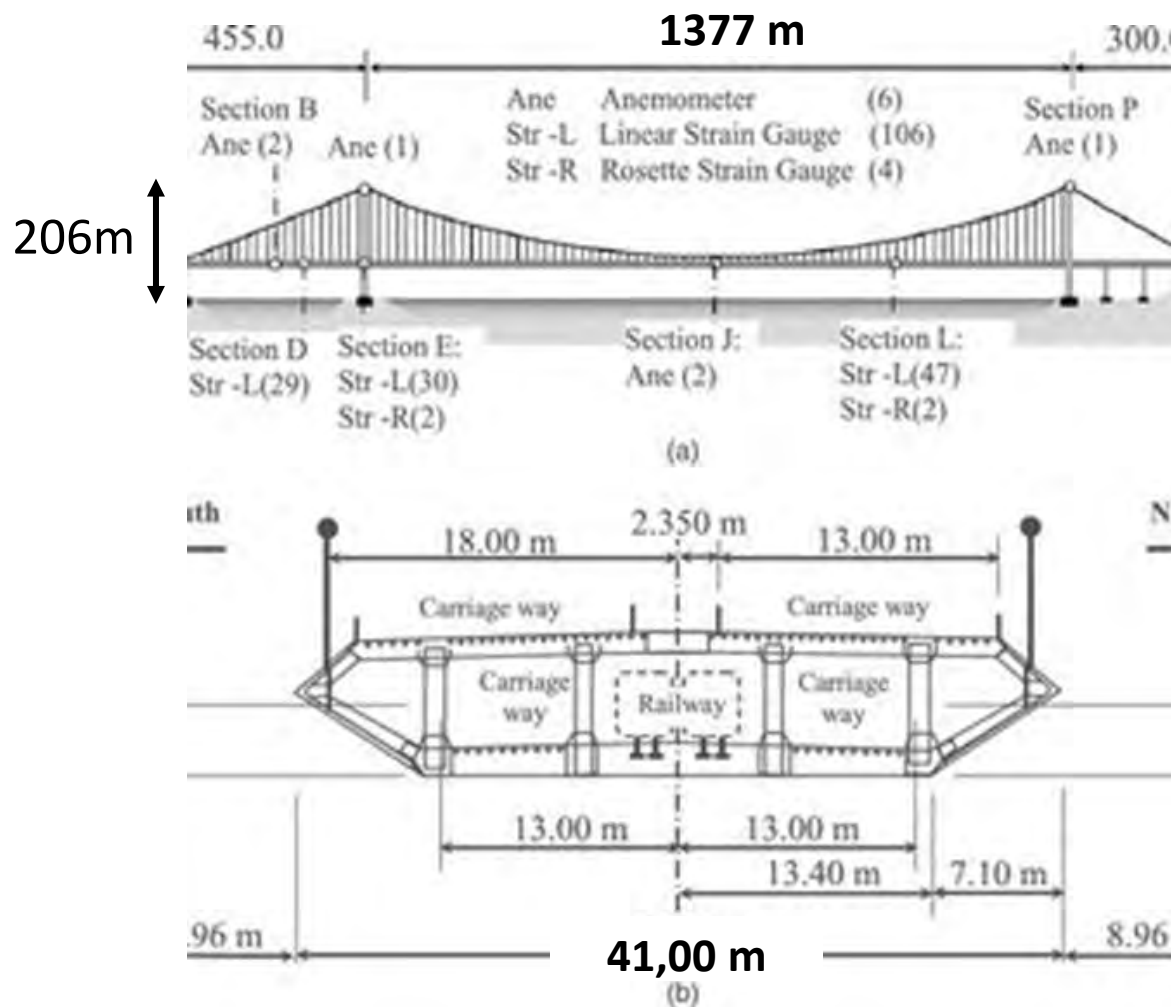
Yavuz Sultan Selim Bridge (2016)



58.50 m

Yavuz Sultan Selim Bridge (2016) - H.R.S.B. High Rigid Suspension Bridge

<http://www.ingciv.polimi.it/wp-content/uploads/2017/10/Terzo-Ponte-Bosforo-POLIMI-17.10.2017.pdf>



Tsing Ma Bridge (1997)



https://it.wikipedia.org/wiki/Tsing_Ma_Bridge

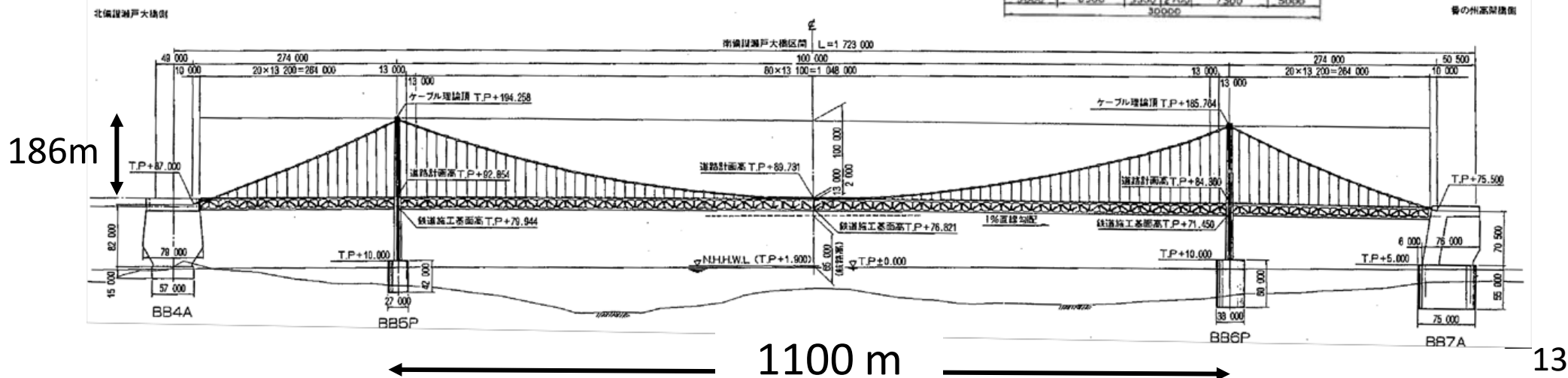
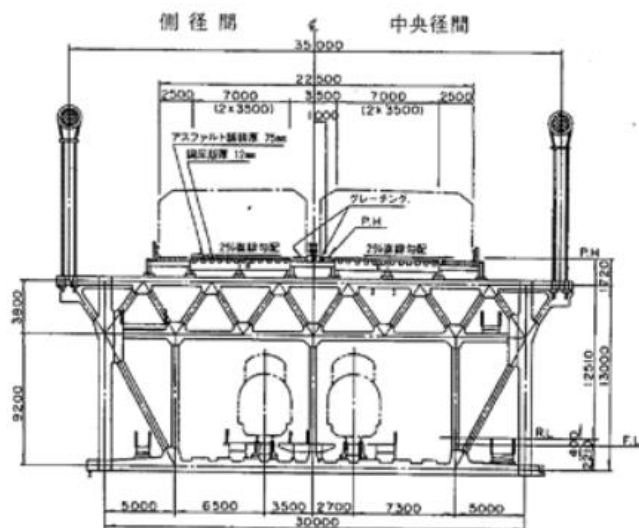
12

Minami Bisan-Seto Bridge (1988)



http://highestbridges.com/wiki/index.php?title=Minami-Bisan_Seto_Bridge

側面図



PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI



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

14

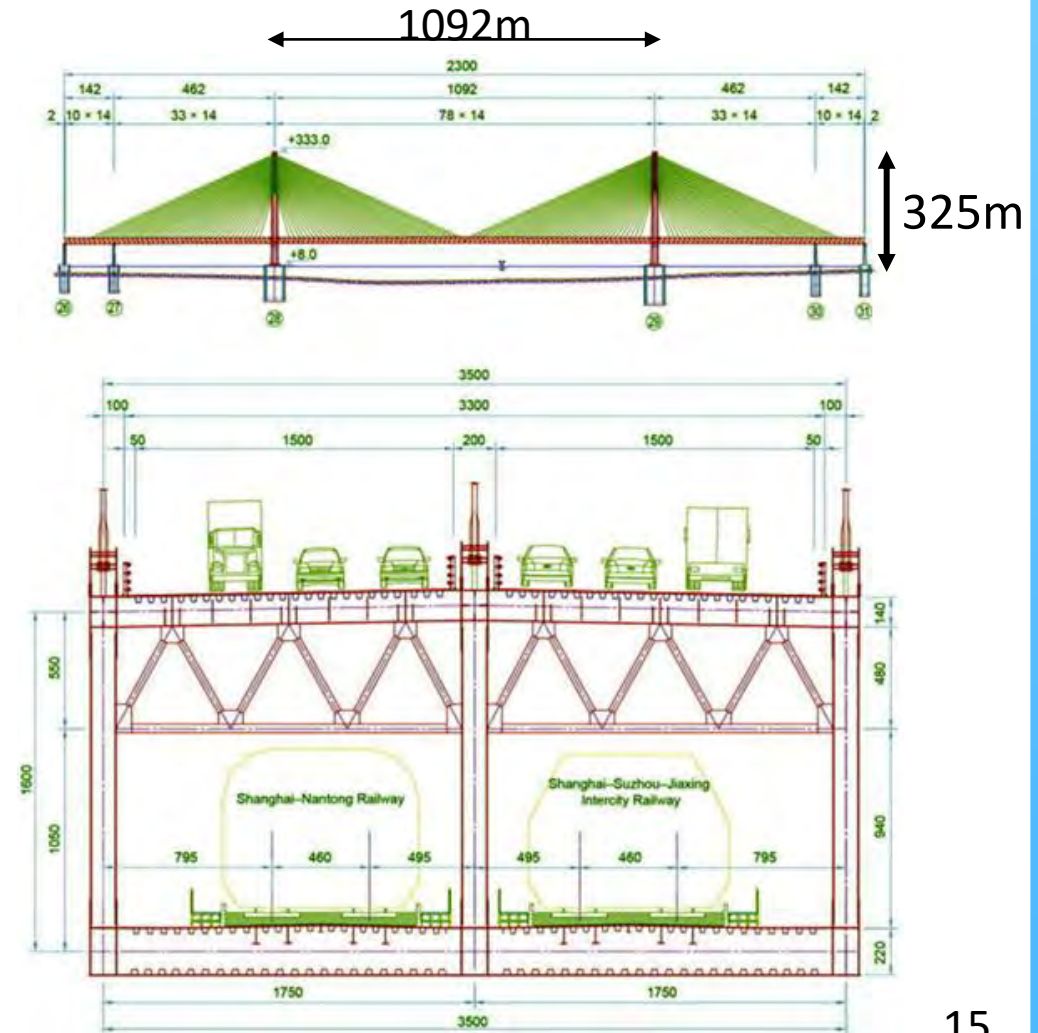
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

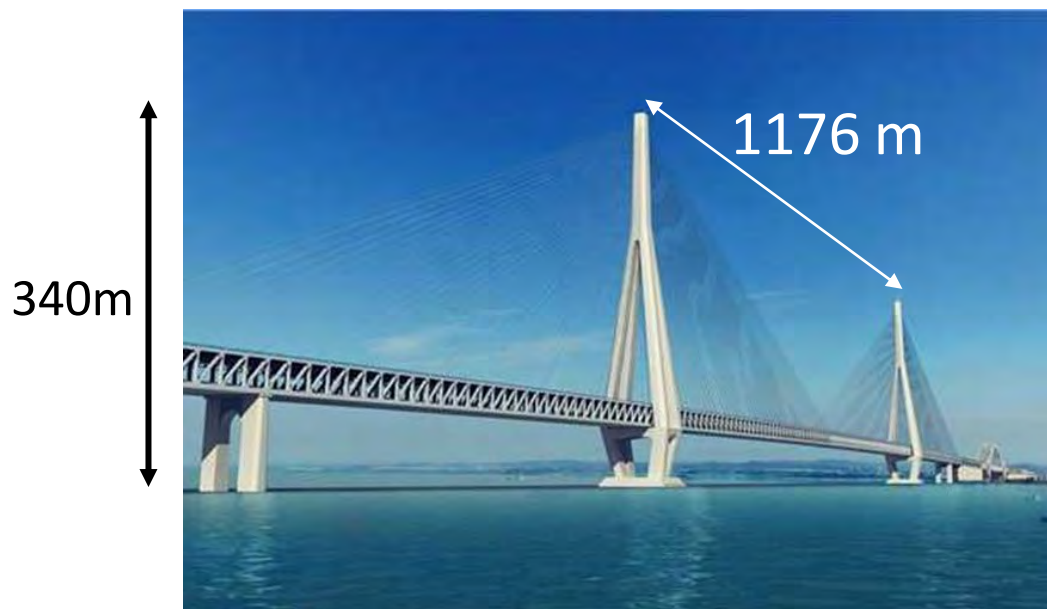
Hutong Yangtze River Bridge (2020)



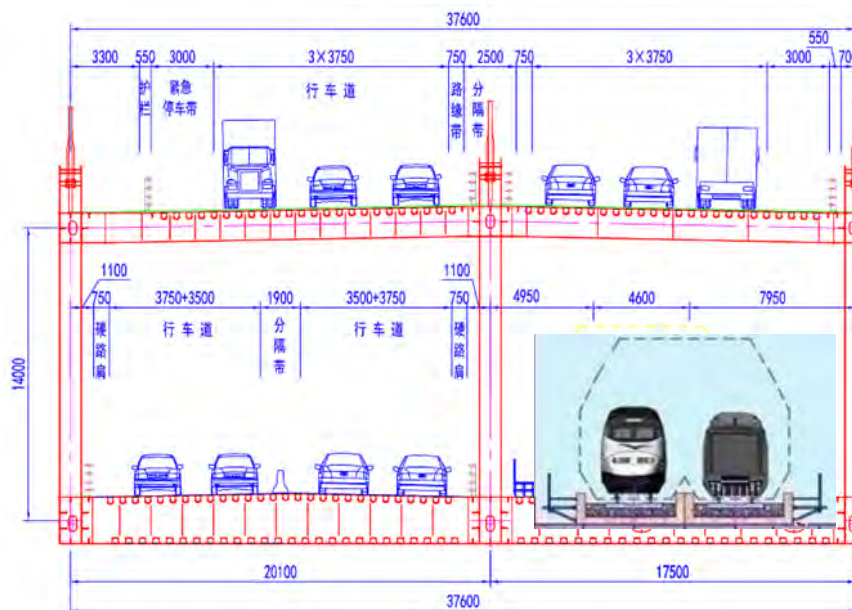
https://www.researchgate.net/publication/321238915_Developments_and_Prospects_of_Long-Span_High-Speed_Railway_Bridge_Technologies_in_China

15

Chang-Tai Yangtze River Bridge (2024)



<https://www.youtube.com/watch?v=-zY1LHRbqfw>



Verrà ultimato nel 2024 e stabilirà il nuovo record di lunghezza della campata principale per i ponti misti stradali e ferroviari strallati con **1176 m**, **altezza delle torri 340m**. L'impalcato reticolare del tipo strallato a semi-ventaglio a 2 livelli combina 3 infrastrutture di trasporto: autostrada (6 corsie percorribili sino alla velocità massima di 100 km/h + 2 corsie di emergenza) al livello superiore, ferrovia interurbana a doppio binario (velocità di progettazione 200 km/h) e strada ordinaria a 2 corsie per senso di marcia (velocità massima 80 km/h)

16

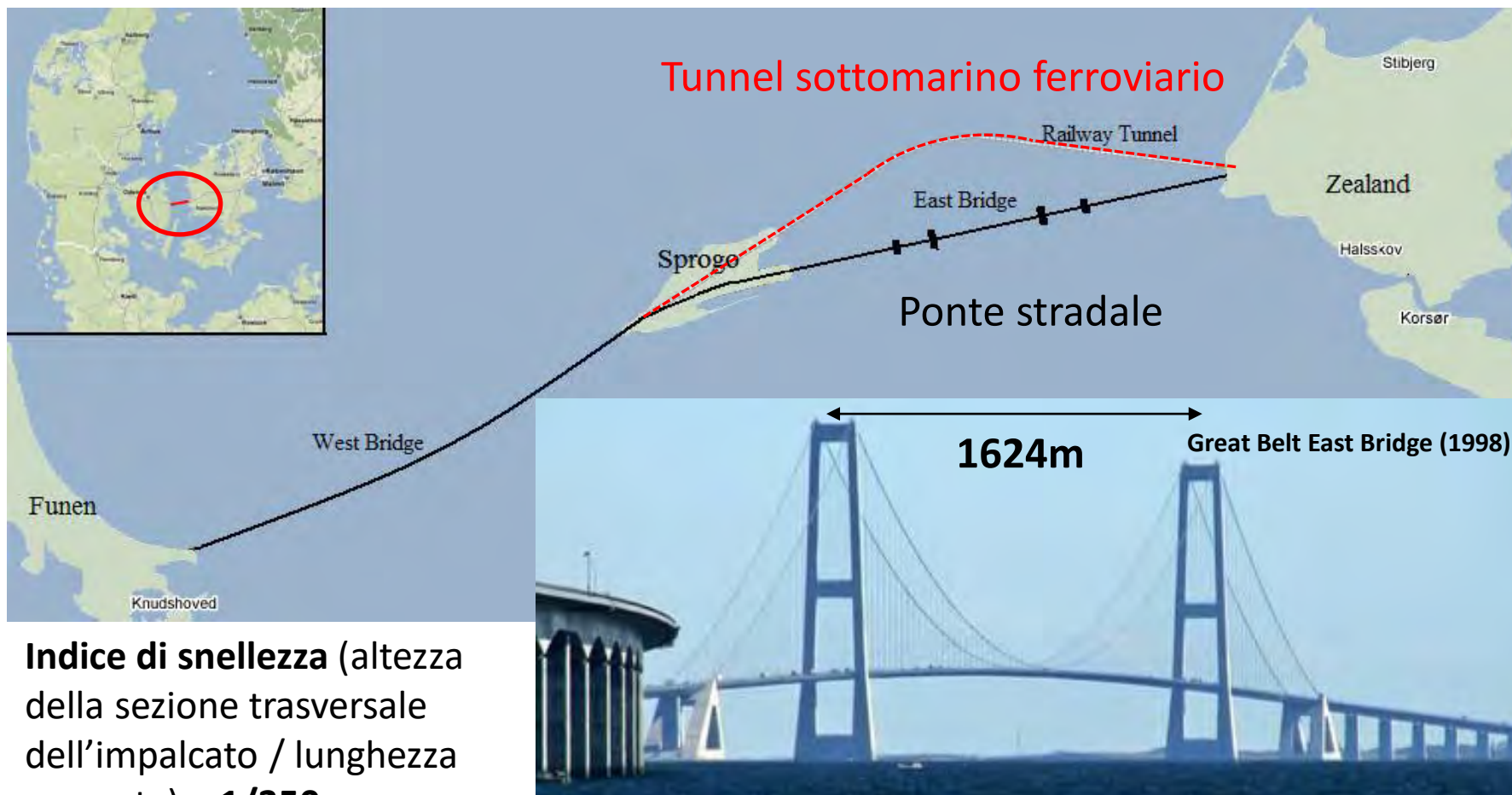
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

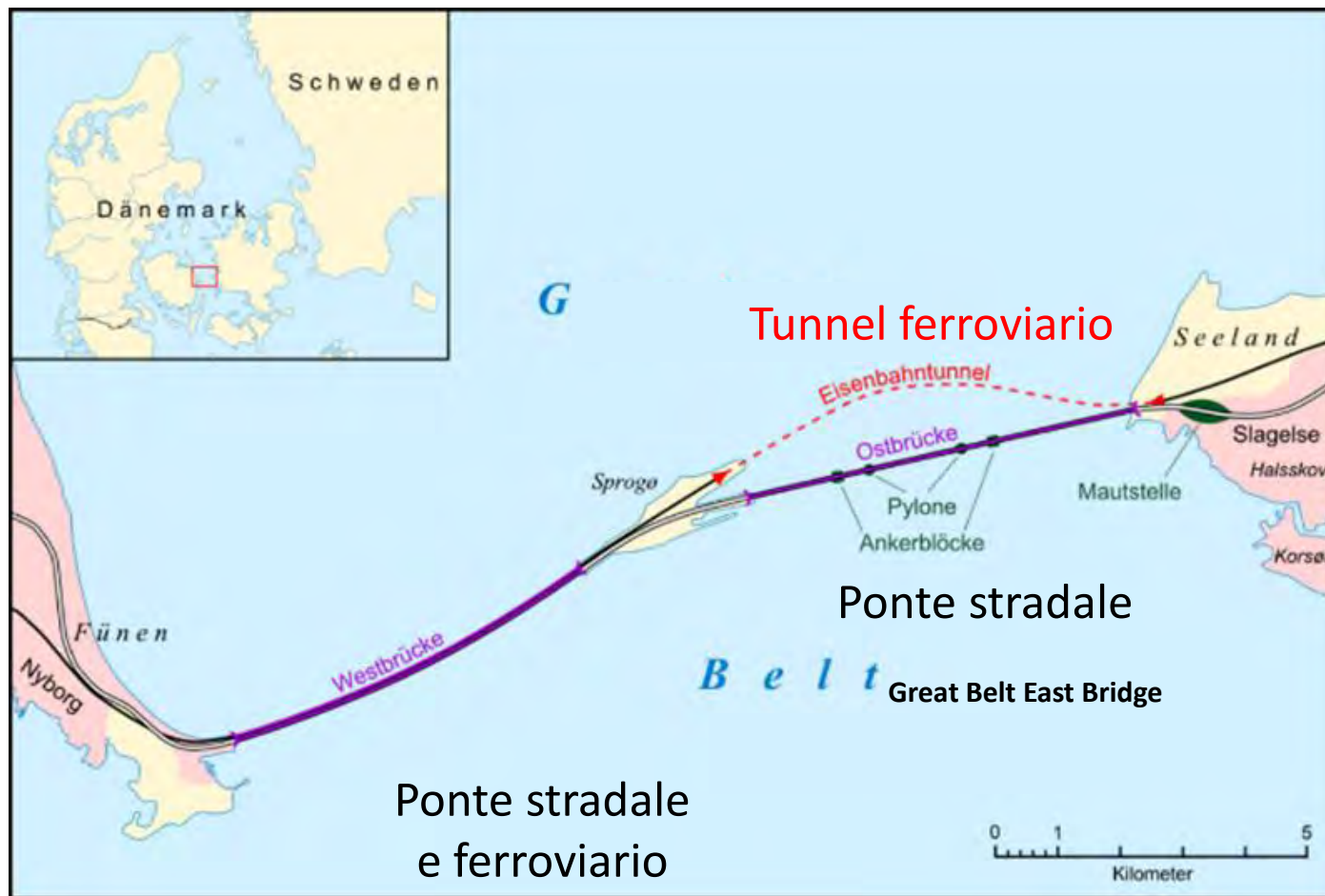
Great Belt Fixed Link (1998)



Indice di snellezza (altezza della sezione trasversale dell'impalcato / lunghezza campata) = **1/350**

<https://pdf4pro.com/cdn/great-belt-east-bridge-a-weight-university-of-bath-3fd822.pdf>

Great Belt Fixed Link (1998)



<https://www.cowi.com/solutions/infrastructure>

<https://ramboll.com/projects>



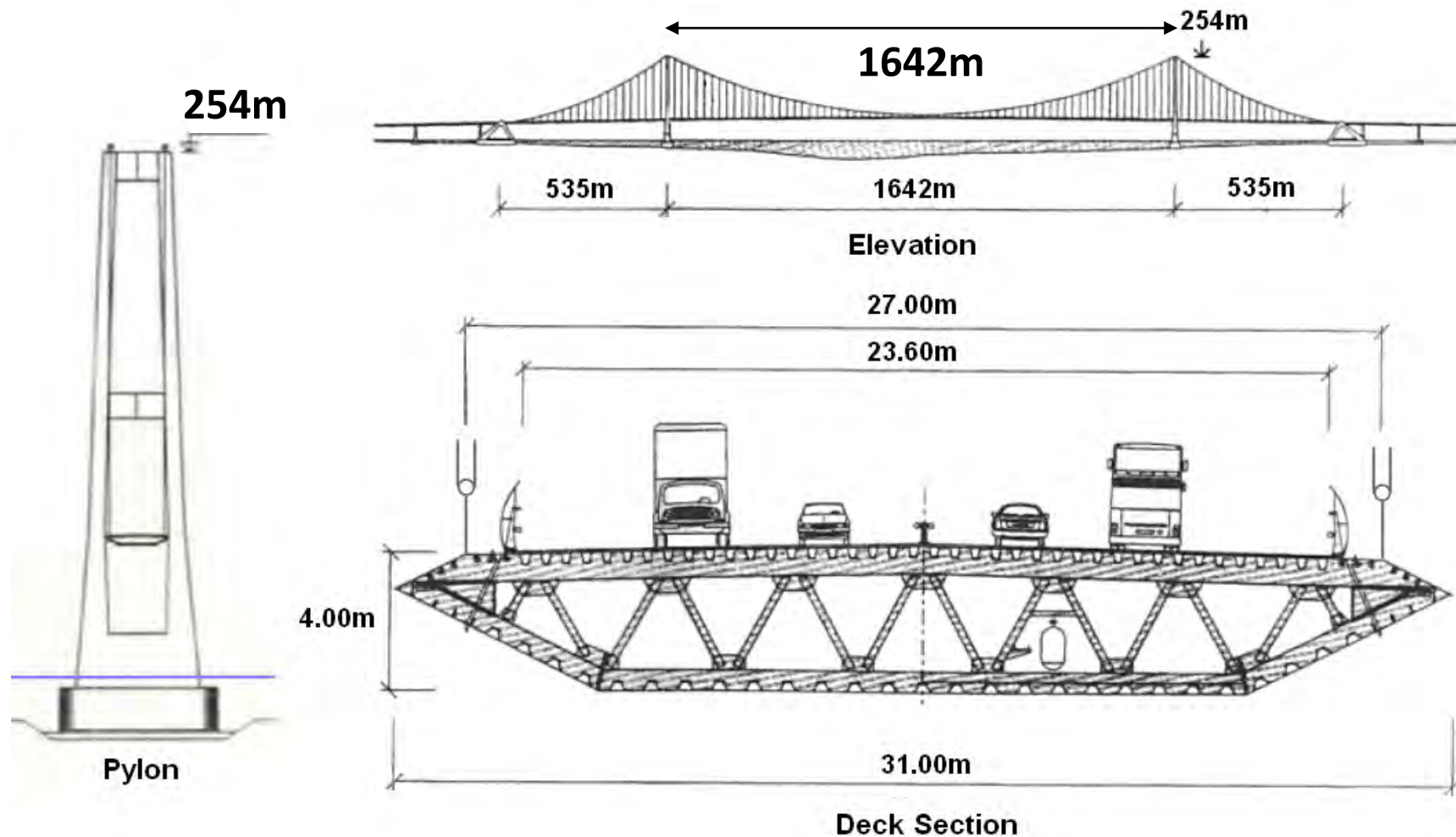
Video: West Bridge railway and railway subsea tunnel
<https://www.youtube.com/watch?v=2t43few9Mts&t=70s>



Video: West Bridge route and Great Belt East Bridge
<https://www.youtube.com/watch?v=mso5-4KHT-c&t=231s>

18

Great Belt East Bridge (1998)

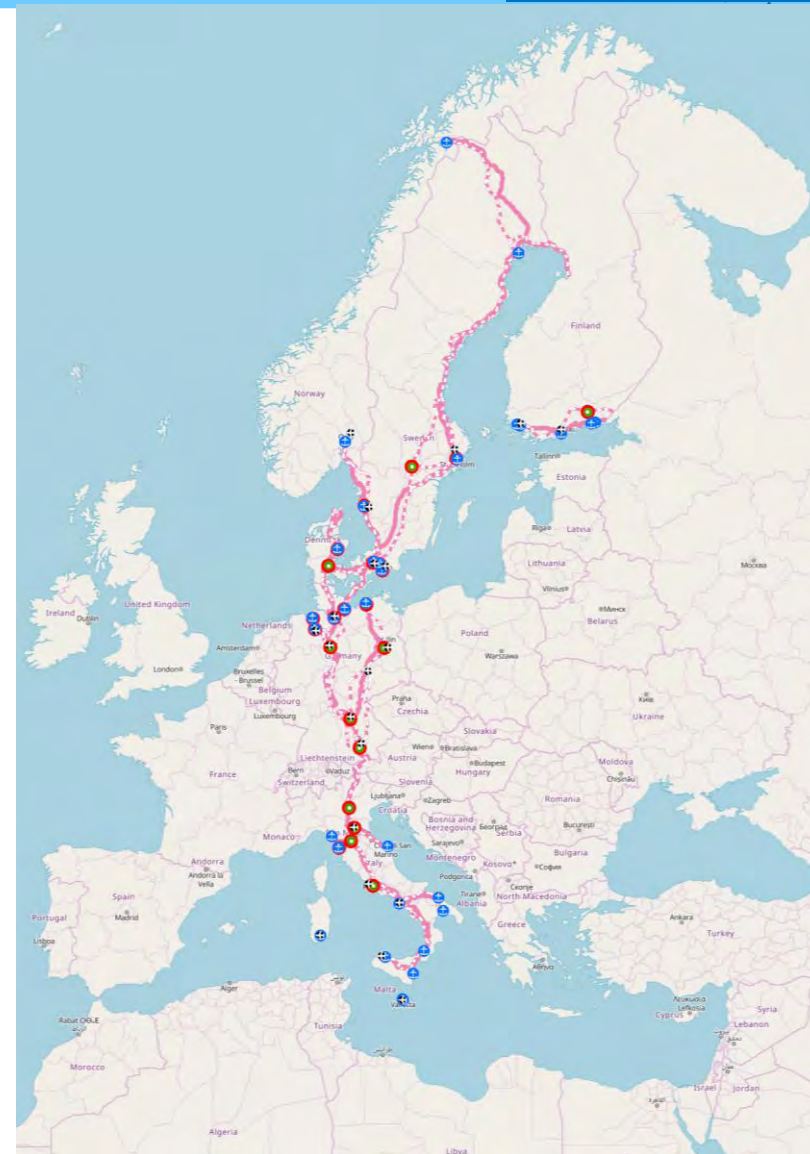




Il corridoio scandinavo-mediterraneo rappresenta un asse cruciale nord-sud per l'economia europea.

Il corridoio si estende dalla Finlandia e dalla Svezia a nord, fino all'isola di Malta a sud, attraversando la Danimarca, la Germania, il cuore industriale dell'Italia settentrionale e collega i porti dell'Italia meridionale.

https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/scandinavian-mediterranean_en



20

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

Secondo quanto riportato sul sito «**Mobility and Transport**»
il collegamento ferroviario è stato ultimato con il servizio delle navi traghetto
mentre per il collegamento stradale è prevista la costruzione di un ponte

Ponte solo stradale ?



<https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html?corridor=5>

21



The Largest Database for Civil and Structural Engineers

	Ponti stradali	Nazione	Attivazione	Campata principale	Tipo di ponte
1	Akashi Kaikyo Bridge	Japan	1998	1.991 m	Suspension bridge
2	Yangsigang Bridge	China	2019	1.700 m	Suspension bridge
3	Nansha Bridge (East)	China	2019	1.688 m	Suspension bridge
4	Xihoumen Bridge	China	2009	1.650 m	Suspension bridge
5	Great Belt East Bridge	Denmark	1998	1.624 m	Suspension bridge
6	Osman Gazi Bridge	Turkey	2016	1.550 m	Suspension bridge
7	Runyang Yangtze River North Bridge	China	2005	1.490 m	Suspension bridge
8	Hangrui Expressway Dongting Lake Bridge	China	2018	1.480 m	Suspension bridge
9	Humber Bridge	United Kingdom	1981	1.410 m	Suspension bridge
10	Yavuz Sultan Selim Bridge (realizzato per essere misto, attualmente è solo stradale)	Turkey	2016	1.408 m	Suspension bridge with cable-stays

I primi 10 ponti stradali per lunghezza di campata

<https://structurae.net/en/structures/bridges/road-bridges>

22



Akashi Kaikyo Bridge (1998)

297m

1991m

E' il ponte stradale più grande del mondo

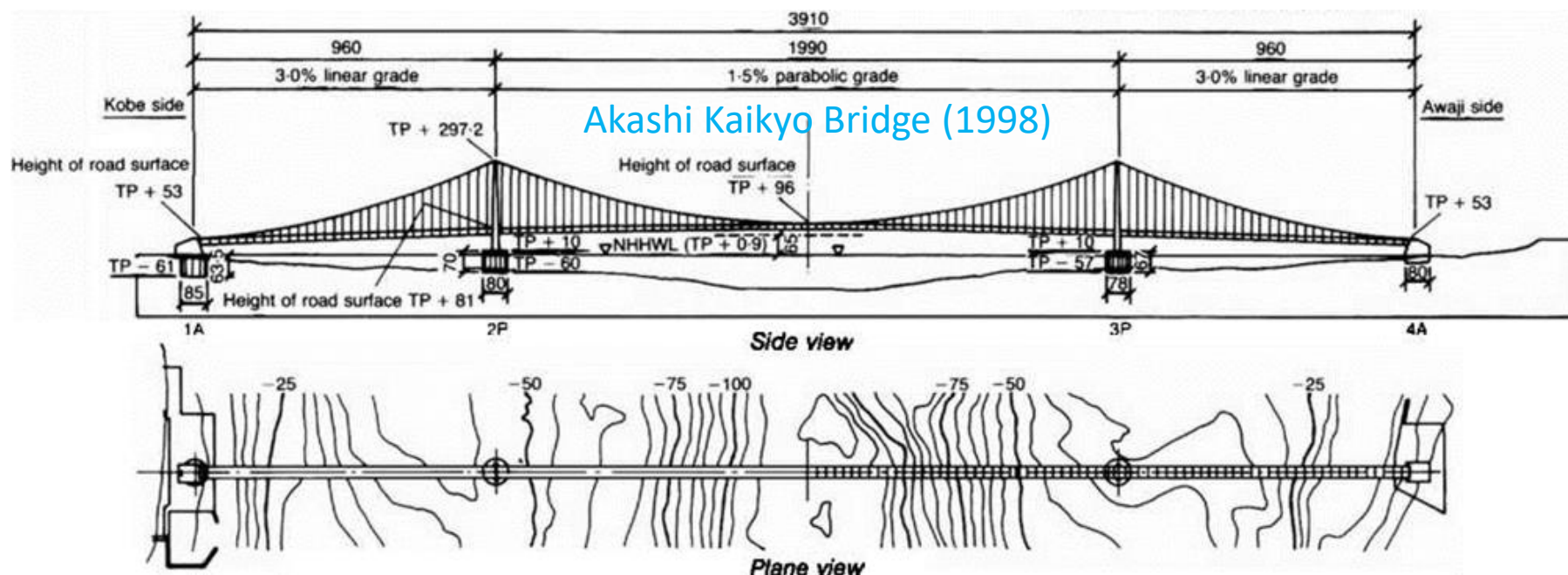
23

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

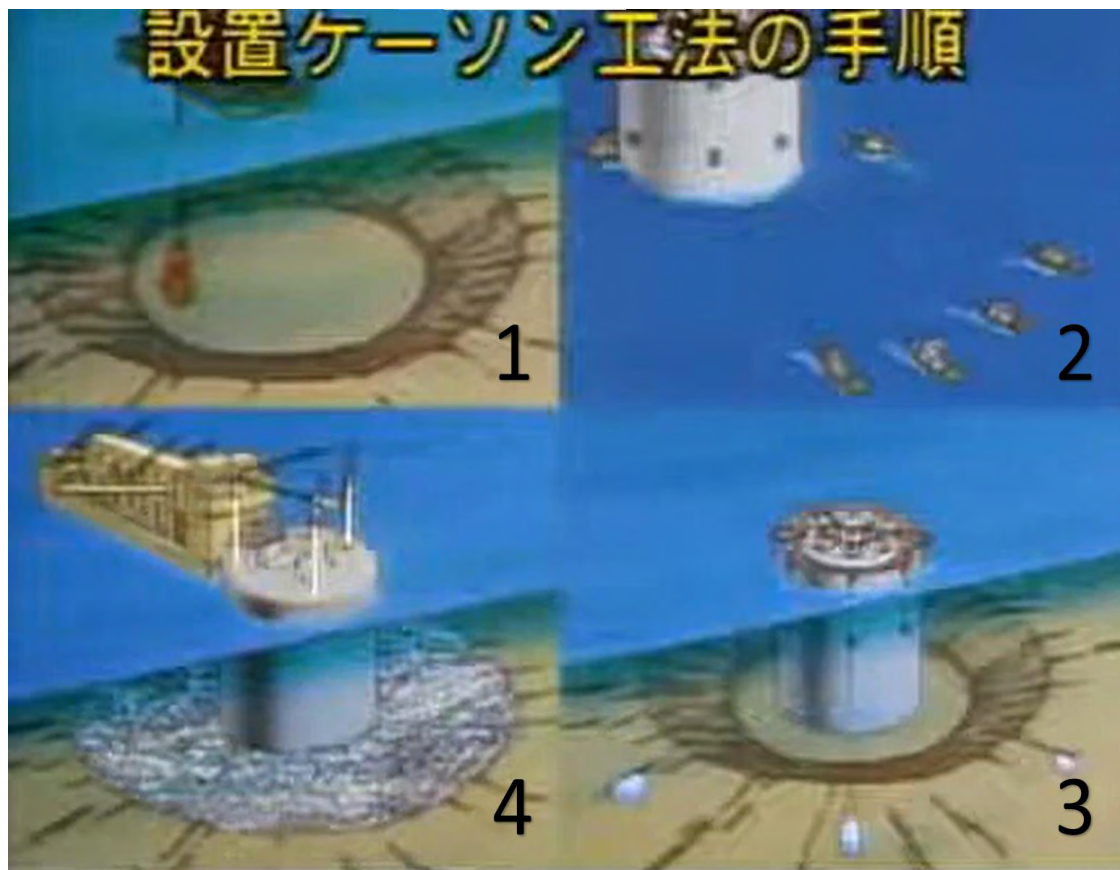


Originariamente, **il ponte Akashi-Kaikyo** è stato progettato come stradale che ferroviario, con una **campata principale di 1780 m** (anni '70 e '80). Tuttavia, l'eccessivo costo dell'opera e la carenza di fondi a disposizione delle ferrovie nazionali giapponesi ha reso impossibile pianificare il ponte a duplice scopo (stradale e ferroviario) per cui **nel 1985 è stata approvata la riprogettazione del ponte come solo stradale**. L'autorità del ponte Honshu-Shikoku ha quindi riprogettato il ponte come da direttive ricevute (lunghezza della **campata principale** 1990 m poi diventata **1991 m**, durante i lavori, a seguito del **terremoto del 1995**). Come si può leggere in figura le fondazioni del molo 2P sono a -60 m, mentre quelle 3P sono a -57 m.

<https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/istbu.1994.26779>

24

Le fondazioni dei piloni offshore del ponte Akashi Kaikyo (1998)



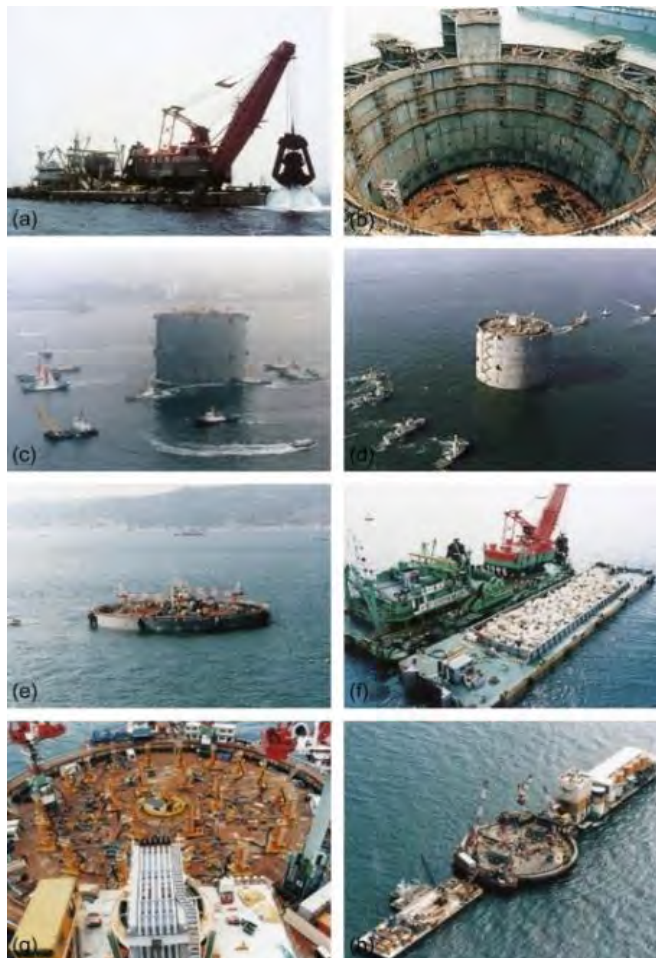
Metodo di posa a cassone

- 1) Predisposizione del fondale
- 2) Costruzione del cassone in apposito cantiere, reso galleggiante e rimorchiato
- 3) Affondamento del cassone nella posizione prevista da progetto
- 4) Ricostruzione del fondale

<https://www.youtube.com/watch?v=sOH64HsKyVc&t=128s>

25

Fasi realizzative delle fondazioni dell'Akashi-Kaikyo Bridge



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

26

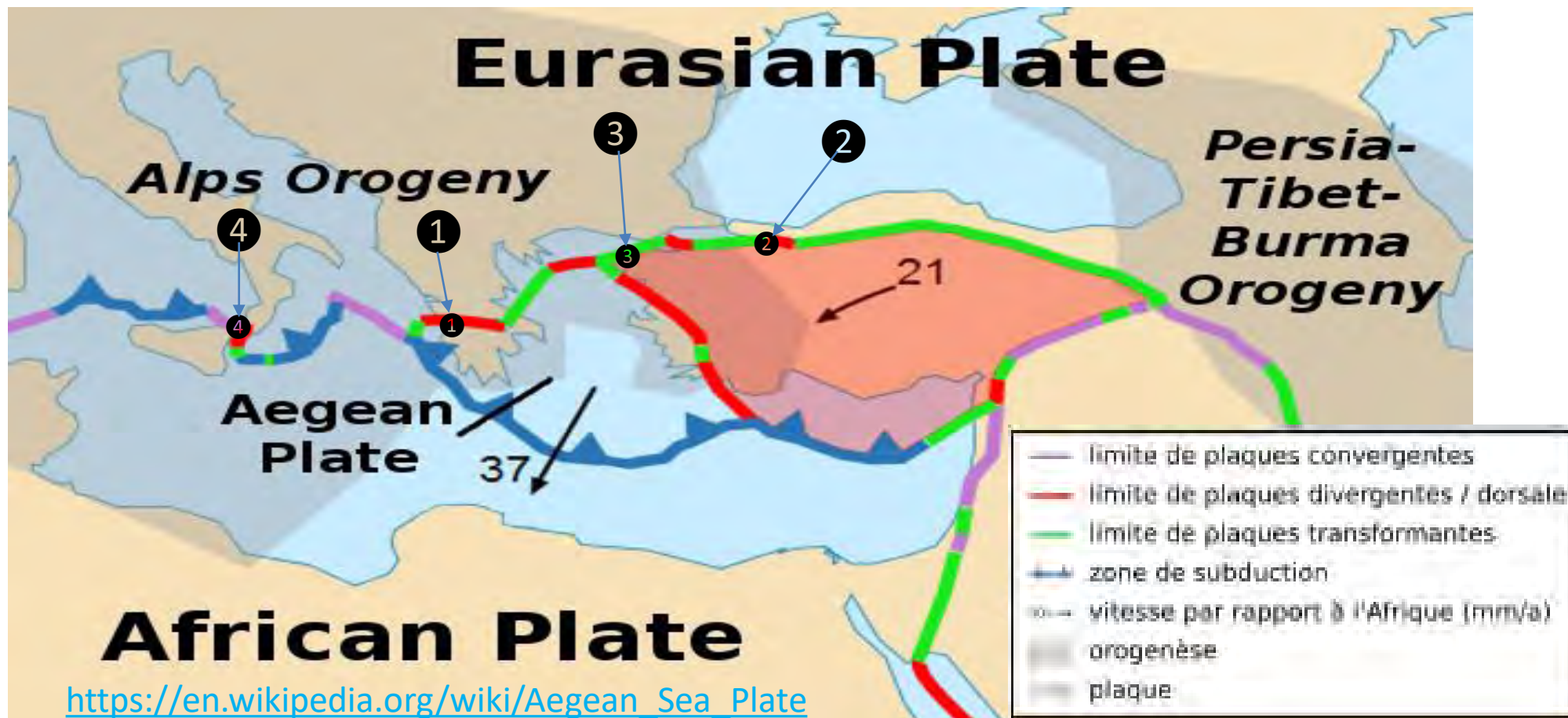
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

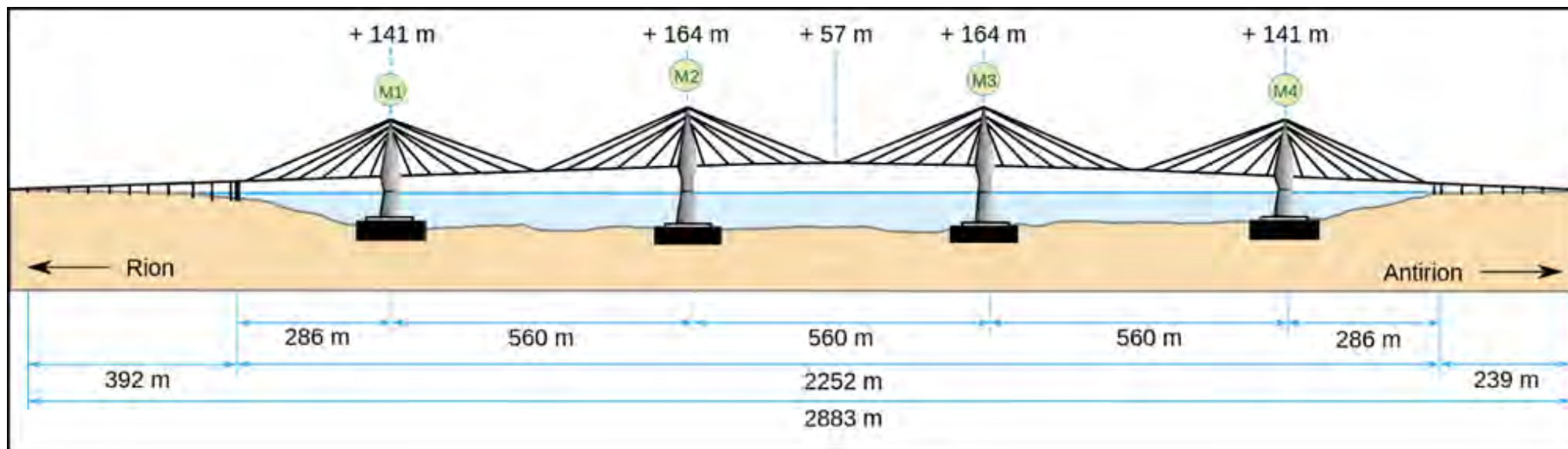
Principali placche e faglie del Mediterraneo centro orientale



Ponti a grande luce realizzati in corrispondenza delle principali faglie del Mediterraneo:

- ① Rion-Antirion (2004), ② Osman Gazi (2016), ③ 1915 Çanakkale (2022), ④ Messina (?)

Il ponte Rion-Antirion (2004)

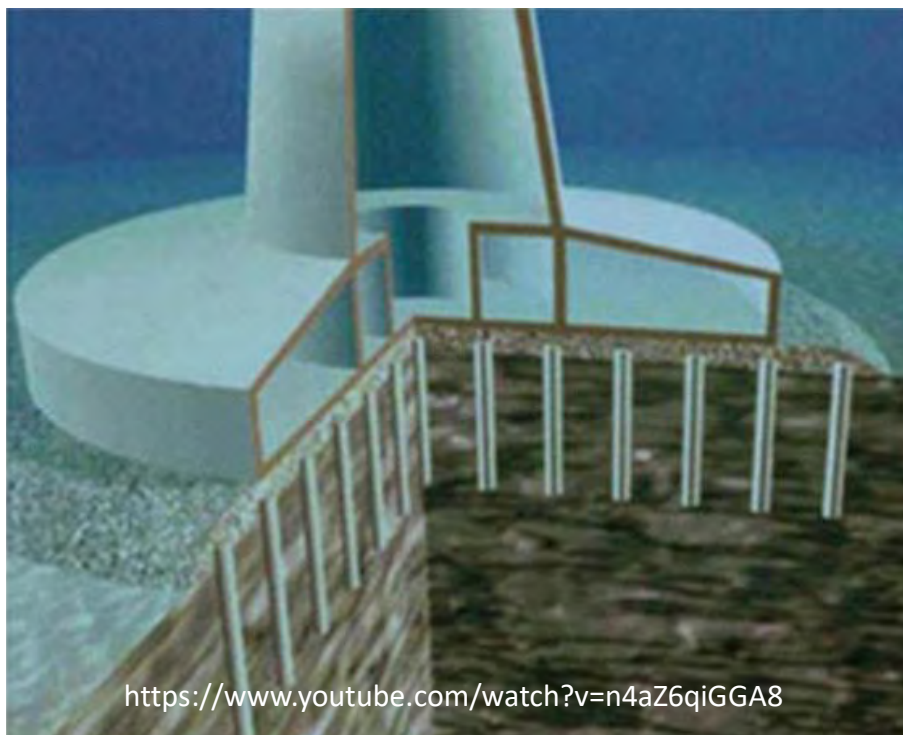


Il ponte Rion-Antirion attraversa il Golfo di Corinto. Il fondale è costituito da uno strato di argilla spesso da 20 a 30 m, coperto da uno strato di sabbia e ghiaia di diverso spessore. La roccia è stimata solo a circa 800 m di profondità. È stato progettato per superare alcune problematiche particolari, che includono acque profonde, materiali insicuri per le fondazioni, attività sismica, la probabilità di tsunami e l'espansione del Golfo di Corinto a causa della tettonica a placche. **La penisola del Peloponneso continua ad allontanarsi dalla Grecia continentale di alcuni millimetri ogni anno, di conseguenza, il ponte è stato progettato tenendo conto di uno spostamento tettonico differenziale di 2 m in qualsiasi direzione e tra due moli qualsiasi. L'intera regione è soggetta a terremoti con un'intensità di 6,5 sulla scala Richter.** Sebbene il traffico navale commerciale abbia una bassa densità, i moli sono stati dimensionati per resistere all'impatto di una petroliera da 180 000 t avente una velocità di 16 nodi.

28

<https://www.youtube.com/watch?v=ZgRemJvtsbc&t=60s>

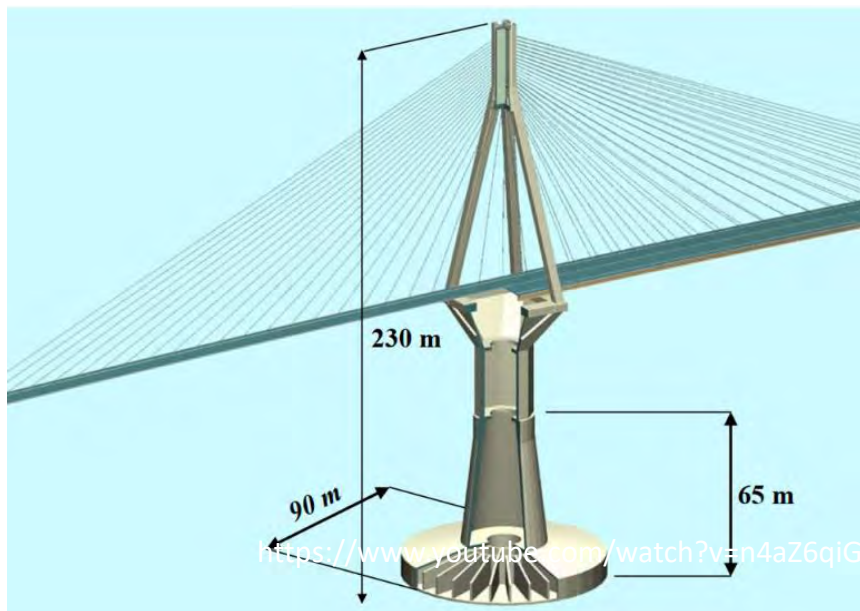
Le fondazioni dei piloni offshore del ponte Rion-Antirion



- Predisposizione del terreno di fondazione
- Posa dei pali di acciaio diametro 2m, lunghi 30 m conficcati nel terreno (circa 200 per ogni fondazione), da cui sporgono per 1,5 m
- Posa di un letto di ghiaia alto circa 3 m per strati crescenti di pezzatura (comportamento plastico durante il terremoto)
- Posa della struttura GBS (Gravity Based Structure) non direttamente collegata ai pali

Il **ponte Rion-Antirion**, con il suo innovativo concetto di **fondazioni**, ha rappresentato una **pietra miliare** nella realizzazione di grandi ponti sospesi in zona sismica.

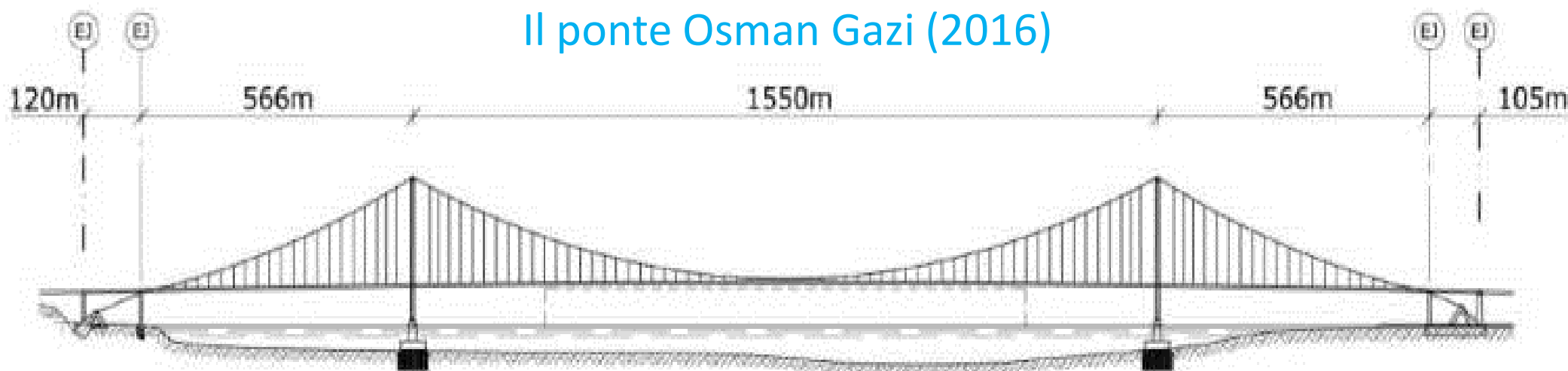
Le fondazioni dei piloni offshore del ponte Rion-Antirion



- La struttura GBS è stata:
 - costruita in apposito cantiere;
 - rimorchiata in galleggiamento sino alla posizione di progetto e poi affondata con precisione.
- Sulla struttura GBS è stato poi montato il pilone del ponte, ecc.

La verifica della bontà della soluzione adottata si è avuta l'**8 giugno 2008** quando si è avvenuto un **terremoto di magnitudo 6,5 Richter** con epicentro localizzato ad una distanza di 36 km dal ponte Rion-Antirion. Tutte le verifiche hanno attestato che il comportamento del ponte Rion-Antirion era conforme alle previsioni di progetto

Il ponte Osman Gazi (2016)



https://e-mosty.cz/wp-content/uploads/2016/06/e-mostyJune2017_OsmanGaziB.USSuspension.H%C3%A5logalandB.e-mostyJune2017_SuspensionBridges.pdf

Il ponte Osman Gazi è stato costruito in Turchia nella baia di Izmit in una regione altamente sismica per resistere a terremoti sino all'ottavo grado della scala Richter.

In tale baia il 17 agosto 1999 si è verificato un terremoto di magnitudine 7,6 Richter.

L'evento della durata di 37 secondi ha danneggiato gravemente la città di İzmit causando 17.000 morti e più di 250.000 senzatetto.

La baia di İzmit è la continuazione orientale del Mar di Marmara ed è modellata dal movimento tettonico lungo la faglia dell'Anatolia settentrionale, che determina un movimento tra le coste verso ovest di circa 2-2,5 cm all'anno.

31

<https://www.youtube.com/watch?v=ROVp05o16KI>

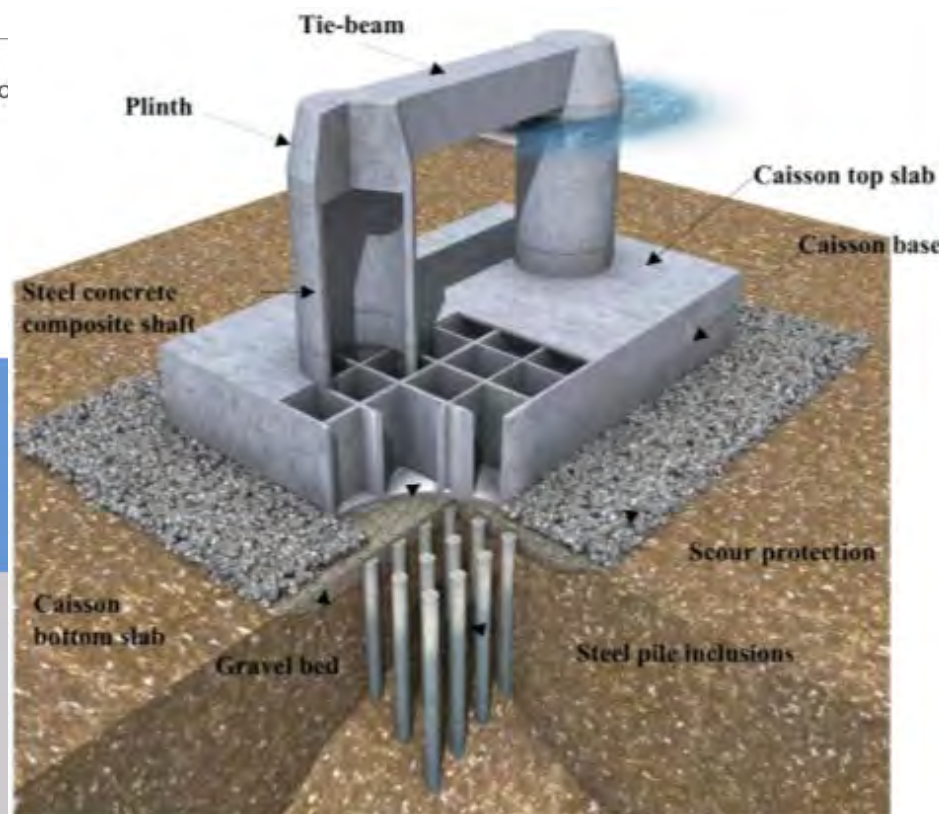
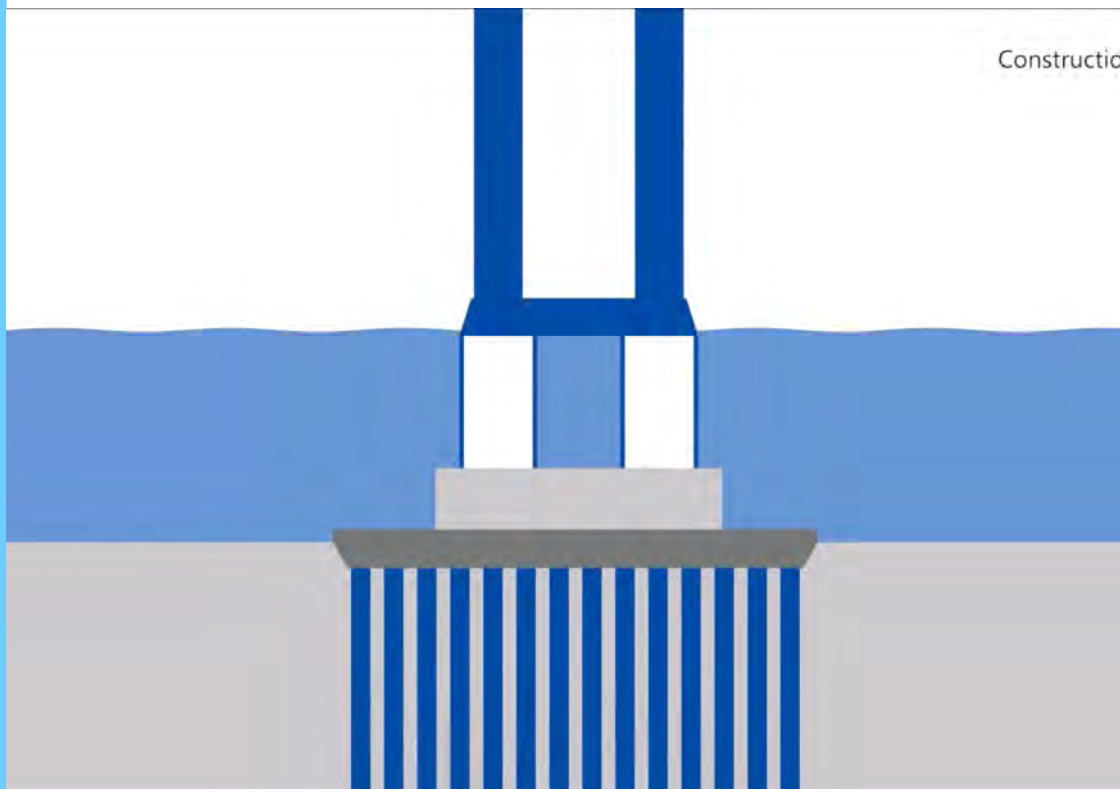
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

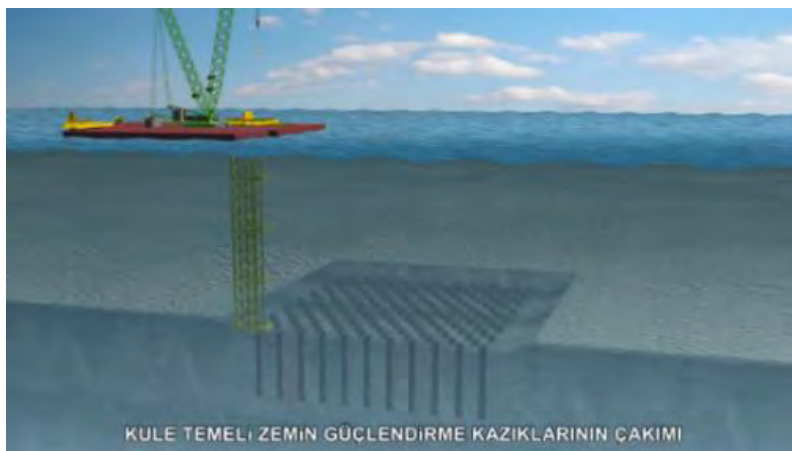
Le fondazioni offshore del ponte Osman Gazi (2016)



Le fondazioni del ponte sono state realizzate ad una profondità di circa 40m utilizzando una soluzione ibrida simile a quella adottata per il Rion-Antirion Bridge.

32

<https://www.youtube.com/watch?v=ROVp05o16KI&t=130s>



<https://www.youtube.com/watch?v=pRI9oYeHkQI&t=4s>

33

Le fondazioni offshore del ponte Osman Gazi (2016)



I cassoni, lunghi 54m e larghi 67m sono stati realizzati in un bacino di carenaggio appositamente costruito e successivamente sono stati resi galleggianti in una darsena per consentire il loro spostamento. Dopo il loro corretto posizionamento, le torri sporgono di +10.15m sopra il livello del mare.

<https://www.youtube.com/watch?v=pRI9oYeHkQI&t=280s>

34

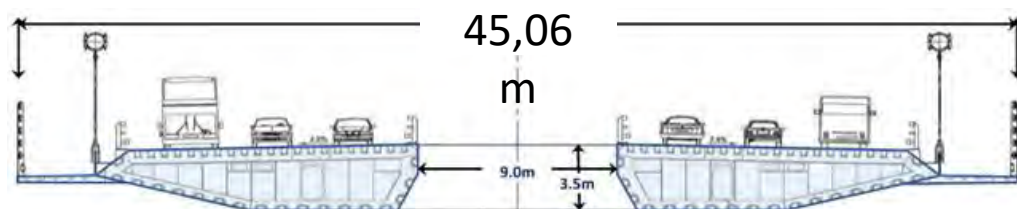
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

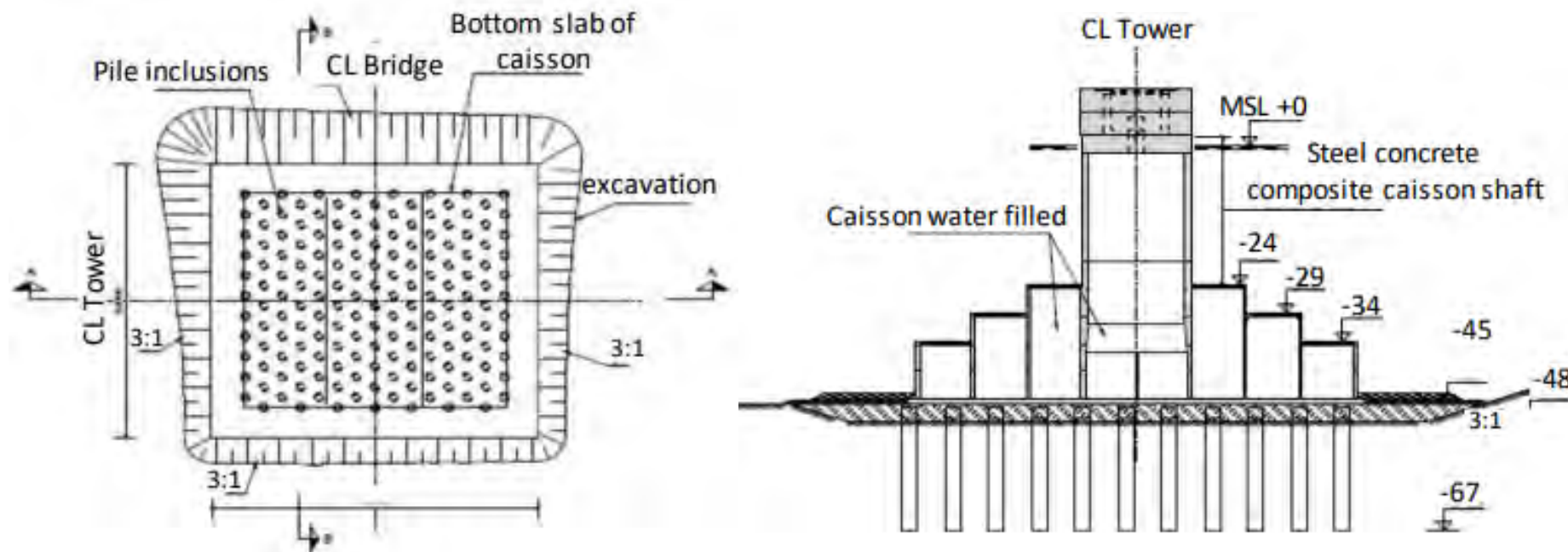
1915 Çanakkale Bridge (2022)



E' il ponte stradale più grande del mondo in costruzione
(ultimazione prevista per il 18 Marzo 2022)



Le fondazioni offshore del ponte 1915 Çanakkale (2022)



Il ponte 1915 Çanakkale è stato costruito in una zona altamente sismica a circa 20 km dalla faglia dell'Anatolia settentrionale, al confine tra la placca anatolica e la placca eurasiatica.

Le fondazioni del 1915 Çanakkale sono state progettate e realizzate utilizzando l'esperienza maturata nella costruzione dei ponti Rion-Antirion e Osman Gazi.

36

Principali placche e faglie del Mediterraneo centro orientale



I ponti realizzati in corrispondenza delle principali faglie del Mediterraneo, **①** Rion-Antirion (2004), **②** Osman Gazi (2016), **③** 1915 Çanakkale (2022), sono tutti stradali, mentre per la ferrovia, nonostante la sismicità delle aree attraversate, sono stati realizzati e sono in programma tunnel sottomarini.

Ponti e tunnel in zona sismica



<http://www.tunnelturkey.org/en>

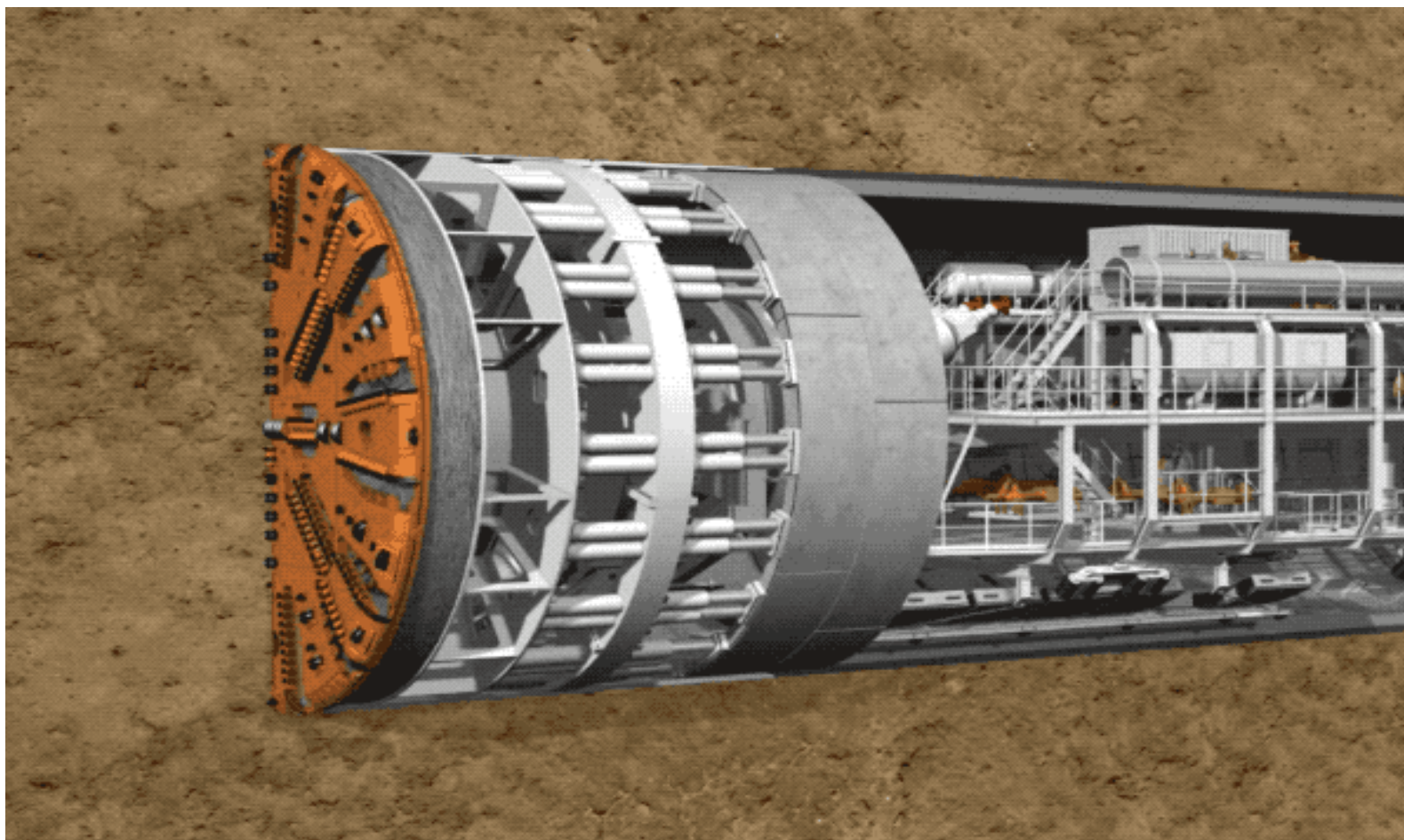
<http://www.tunnelturkey.org/en/iletisim>

La **costruzione di tunnel stradali e ferroviari** è inevitabile a causa delle numerose montagne esistenti nel mondo.

La Turchia è piena di faglie attive e inattive. I relatori invitati più competenti relazioneranno sugli effetti dei terremoti sulle gallerie esistenti, i criteri di progettazione sismica delle gallerie, i problemi incontrati sulle gallerie in costruzione in vicinanza a faglie attive e inattive. La sicurezza delle gallerie, gli incendi delle gallerie, i nuovi sviluppi nelle gallerie, i problemi incontrati in condizioni difficili, le soluzioni e gli esempi dei progetti in corso saranno anche tra gli argomenti che saranno discussi in questo simposio.

Tunnel sottomarini

Frese meccaniche a sezione circolare (Tunnel Boring Machine – TBM)



Le due fasi del tunneling: spingere in avanti e installare il rivestimento del tunnel

40

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI



The Eurasia Undersea Tunnel Project

<https://www.youtube.com/watch?v=7v4KgSyqZLs&t=250s>



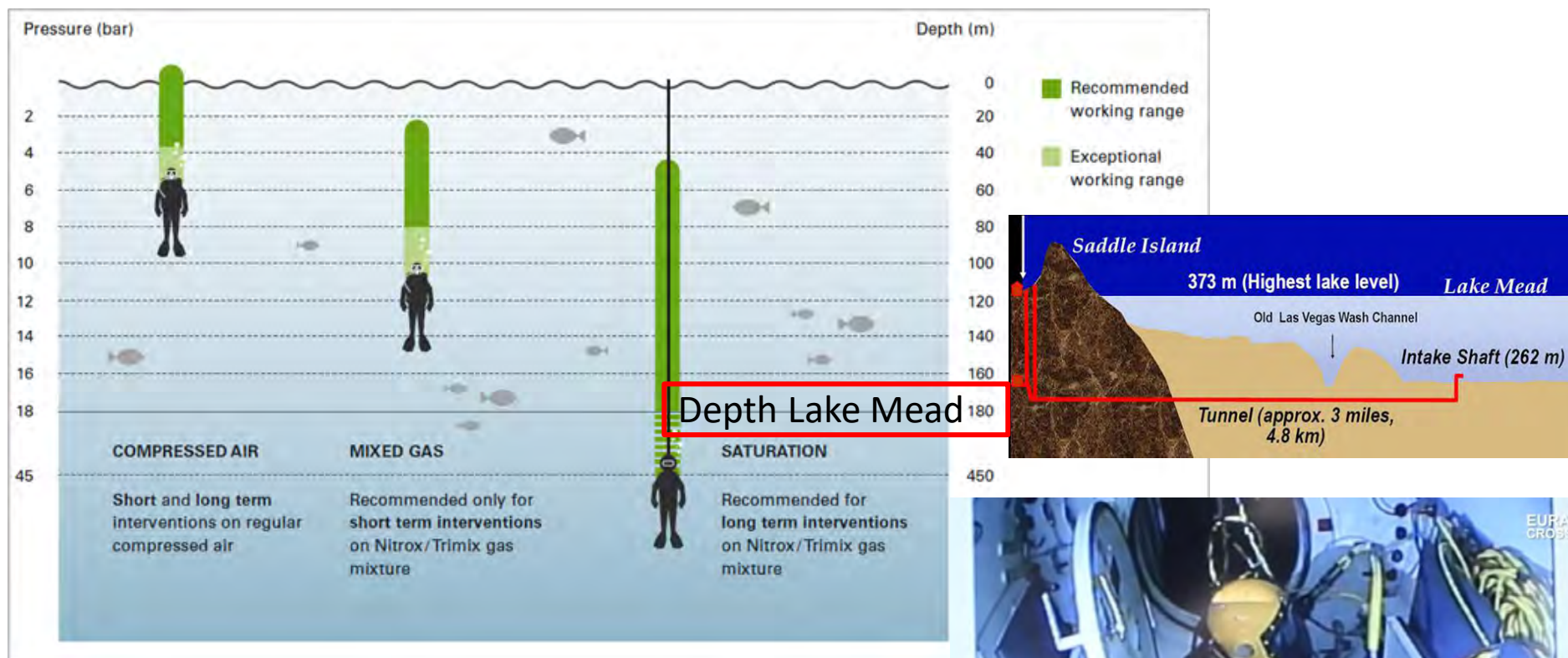
<https://www.avrasyatuneli.com/en/>



https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia_Tunnel

<https://youtu.be/XyrC9QvVHOs>

<http://www.italferr.it/content/italferr/it/progetti-e-studi/turchia--iran-e-centro-asia/turchia.html>



Designing TBMs for Subsea Tunnels

http://www.i-asem.org/publication_conf/ase17/7.TS/W3G.1.TS1401_4232F1.pdf

<https://www.youtube.com/watch?v=7v4KgSyqZLs&t=280s>

<https://www.youtube.com/channel/UCBR-PqpnYff5CCDxLnBpmpg/videos>



Tecniche e limiti di immersione per diverse profondità (Fonte: Herrenknecht)

Turkey's New Undersea Tunnel Is Built to Resist Earthquakes



First Undersea Tunnel That Links Europe and Asia (The Marmaray Project)

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

<http://www.italferr.it/content/italferr/it/progetti-e-studi/turchia--iran-e-centro-asia/turchia.html>

Nuh Bilgin, Hanifi Copur, Cemal Balci, TBM Excavation in Difficult Ground Conditions: Case Studies from Turkey, Ernst & Sohn, 2016

<https://www.nationalgeographic.com/history/article/131104-earthquake-proof-marmaray-tunnel-turkey-engineering>

43

Giunti sismici installati per superare faglie attive

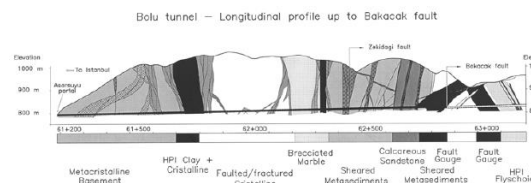
LONG TUNNELS AT GREAT DEPTH

ITA Working Group n° 17
on Long tunnels at great depth

https://about.ita-aites.org/publications/wg-publications/download/1653_63f4cd80ae8564f1a6d189d3880678f0

N° ISBN : 978-2-970624-3-1 ITA REPORT N°04 / APRIL 2010

ASSOCIATION INTERNATIONALE DES TUNNELS ET DE L'ESPACE SOUTERRAIN
ITA
AITES INTERNATIONAL TUNNELLING AND UNDERGROUND SPACE ASSOCIATION



https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_2976.pdf

Zekidagi and Bakacak
Active Faults Along
Tunnel Profile (Russo et
al. 2002)

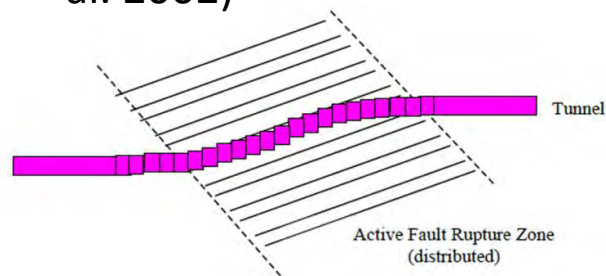


Figure 4: strategy for active fault crossing - Articulated Design.

Articulated Tunnel Design to Distribute Shear Deformation across Fault Rupture (Russo et al. 2002)



Eight 1,5m wide flexible joint rings are inserted into the primary segmental lining to help the accommodate the settlement and seismic activity

<https://about.ita-aites.org/wg-committees/itatech/publications/search?searchword=Working%20Group%2017>

<https://www.lombardi.ch/it-it/SiteAssets/Publications/1174/Pubb-0354-L-Design%20and%20construction%20of%20large%20tunnel%20through%20active%20faults%20-%20a%20recent%20application.pdf>

http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_2976.pdf

<https://www.tunneltalk.com/Japan-Aug1994-Trans-Tokyo-Bay-Highway.php>



WORKING GROUP 17: LONG TUNNELS AT GREAT DEPTH



https://www.youtube.com/channel/UCBd_KXuF-tXBqcYcu8dFCCg/videos

<https://www.youtube.com/channel/UCGPjI5CaAWP9NxxAm6vRf5Q/videos>

The group is working on the specific aspects related to "tunnels that are long and deep" and the elaboration of reports on "special construction aspects related to them"

<https://about.ita-aites.org/wg-committees/working-groups/214-ita-active-working-groups/working-group-17-long-tunnels-at-great-depth>

<https://about.ita-aites.org/wg-committees/itatech/publications/search?searchword=Working%20Group%2017>

45

Tunnel sottomarini costruiti a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso

Nome	Luogo	Descrizione	Lunghezza	Profondità max slm	Costruito negli anni
Flekkerøy Tunnel	Flekkerøy, Norvegia	Collega l'isola di Flekkerøy nel sud della Norvegia alla terraferma	2.3 km	-101 m	1986–1989
Seikan Tunnel	Seikan, Giappone	È il tunnel più lungo del mondo che ha un segmento sottomarino.	53.8 km	-240 m	1971–1988
Sydney Harbour Tunnel	Sydney, Australia		2.8 km	-25 m	1988–1992
Channel Tunnel	Inghilterra – Francia	Il tunnel ferroviario sottomarino più lungo del mondo (37,9 km di lunghezza subacquea)	50.4 km	-40 m	1988–1994
Hitra Tunnel	Trøndelag, Norvegia	Il più profondo del mondo al momento della costruzione	5.6 km	-264 m	1992–1994
Tokyo Bay Aqua-Line	Tokyo, Giappone	Il tunnel stradale sottomarino più lungo del mondo	9.6 km	-60 m	1988–1997
North Cape Tunnel	Magerøya, Norvegia	Sotto lo stretto di Magerysundet tra la terraferma norvegese e la grande isola di Magerya e il Capo Nord, Norvegia	6.8 km	-212 m	1993–1999
Bømlafjord Tunnel	Førde – Sveio, Norvegia	Il punto più profondo della rete internazionale E-road. Collega il comune di Stord alla terraferma norvegese.	7.8 km	-260.4 m	1997–2000
Eiksund Tunnel	Møre og Romsdal, Norvegia	Il secondo tunnel stradale sottomarino più profondo del mondo	7.7 km	-287 m	2003–2008

https://en.wikipedia.org/wiki/Undersea_tunnel

46

Tunnel sottomarini costruiti a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso

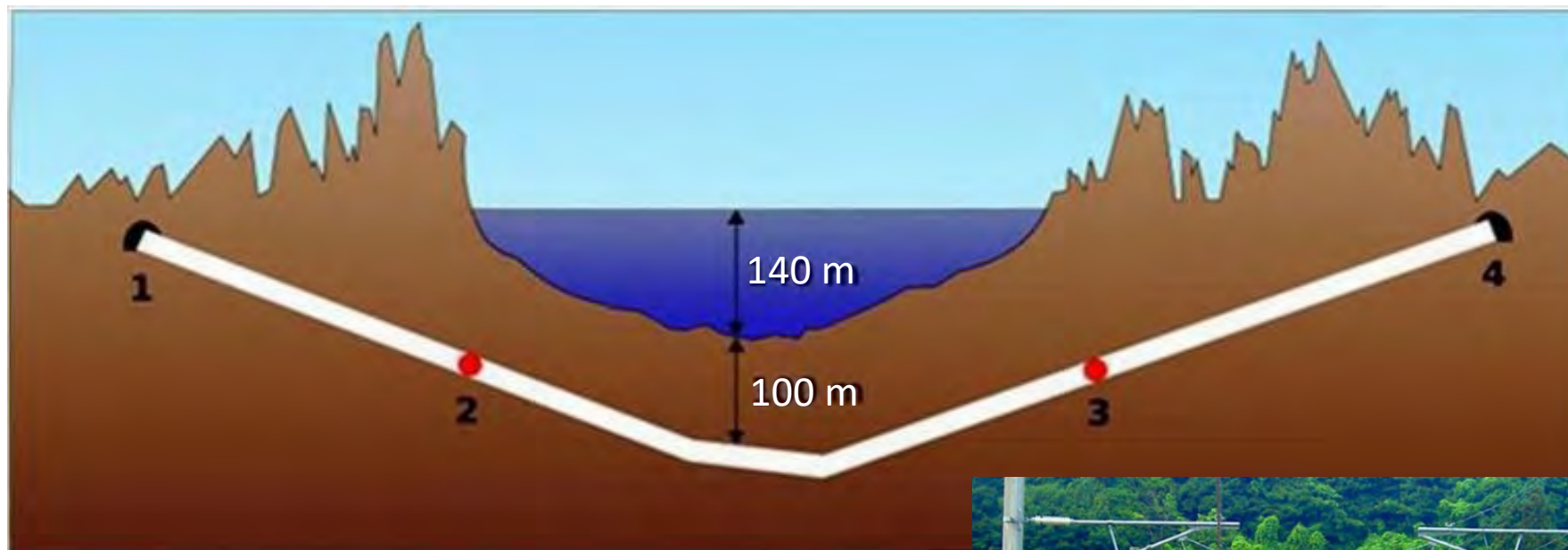
Nome	Luogo	Descrizione	Lunghezza	Profondità max slm	Costruito negli anni
Xiamen Xiang'an Tunnel	Xiamen, Cina		6.05 km	-70 m	2005–2010
Busan–Geoje Fixed Link	Busan – Geoje, Korea del Sud		3.7 km	-48 m	2008–2010
Qingdao Jiaozhou Bay Tunnel	Hangdao – Qingdao, Cina		7.808 km	-84.2 m	2006–2011
Marmaray	Istanbul (Bosphorus strait), Turchia	Tunnel ferroviario che collega Asia ed Europa a Istanbul	13.6 km	-60 m	2004–2013
Marina Coastal Expressway	Singapore	Il primo tunnel sottomarino di Singapore	5 km	-20 m	2008–2013
Port of Miami Tunnel	Miami, USA		2.1 km	-36,6 m	2010–2014
Eurasia Tunnel	Istanbul (Bosphorus strait), Turkey	Tunnel stradale che collega Asia ed Europa a Istanbul	5.4 km	-106 m	2011–2016
Hong Kong–Zhuhai–Macau Bridge	Hong Kong – Macau, Cina	Attraversamento marittimo di 55 km tra Hong Kong, Macao e Zhuhai, Cina	6.7 km (tunnel section)	-44 m	2009–2018
Ryfylke Tunnel	Stavanger – Ryfylke, Norway	Tunnel sottomarino più lungo e profondo per le auto, da Stavanger a Ryfylke	14.3 km	-293 m	2013–2020
Eysturoyartunnin	Faroe Islands	Tunnel stradale sottomarino che collega l'isola di Streymoy all'isola di Eysturoy	11,3 km	-189 m	2016-2020

https://en.wikipedia.org/wiki/Undersea_tunnel

47

Tunnel Seikan (1988)

L=53,85 km



Lungo complessivamente 53,85 km, di cui 23,3km di tracciato sottomarino. Inaugurato nel 1988, è il tunnel sottomarino più lungo al mondo. Situato a 100 m sotto il fondo marino e a 240 m sotto il livello del mare è anche il secondo tunnel più profondo al mondo.

https://en.wikipedia.org/wiki/Seikan_Tunnel



48

PARTNER

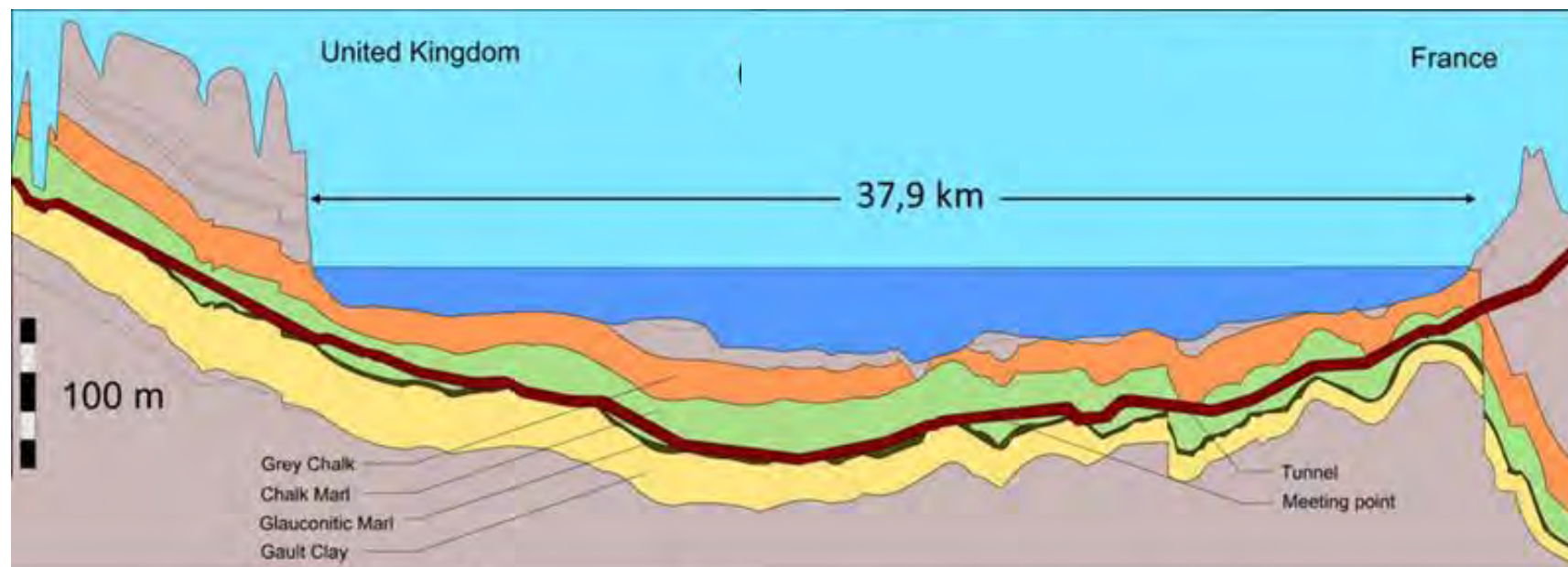
MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

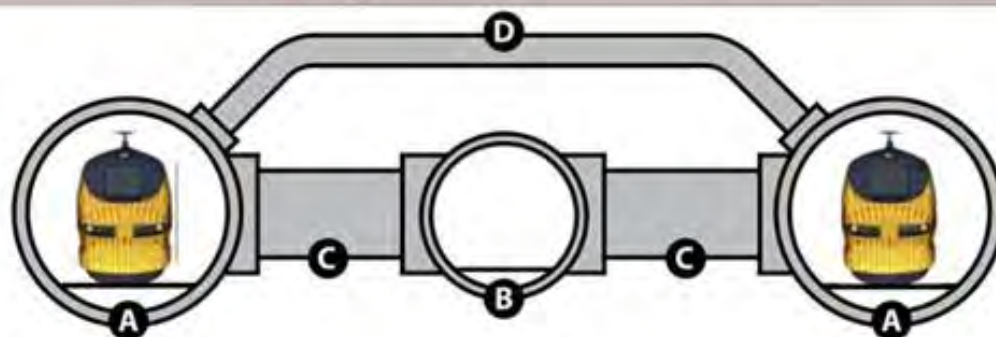
PARTNER ISTITUZIONALI

Channel Tunnel (1994)

L=50,45 km



[Video](#)



Sezione trasversale del tunnel subalveo della Manica (50 km), inaugurato nel 1994. Le due gallerie ferroviarie sono collegate ad un tunnel centrale di servizio e tra di loro tramite condotti di sicurezza e di circolazione dell'aria.

https://it.wikipedia.org/wiki/Tunnel_della_Manica

49

PARTNER

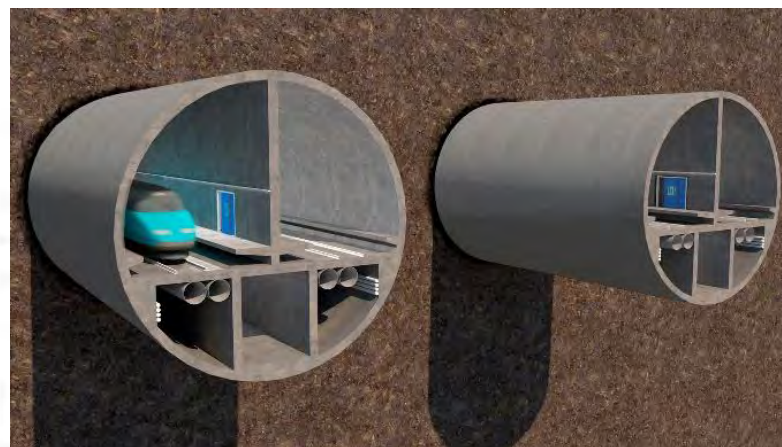
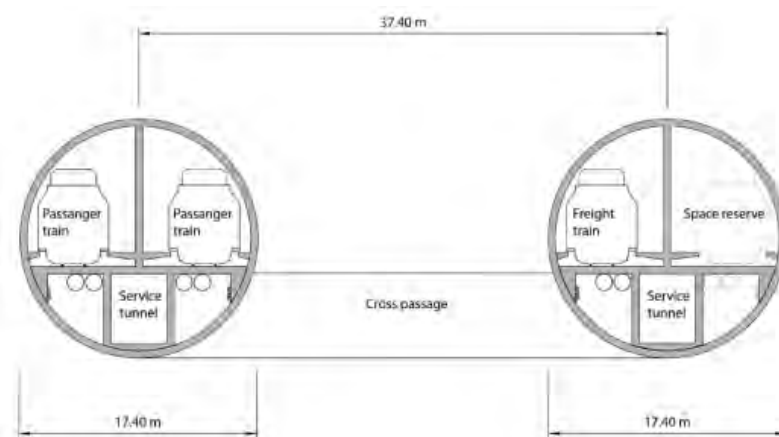
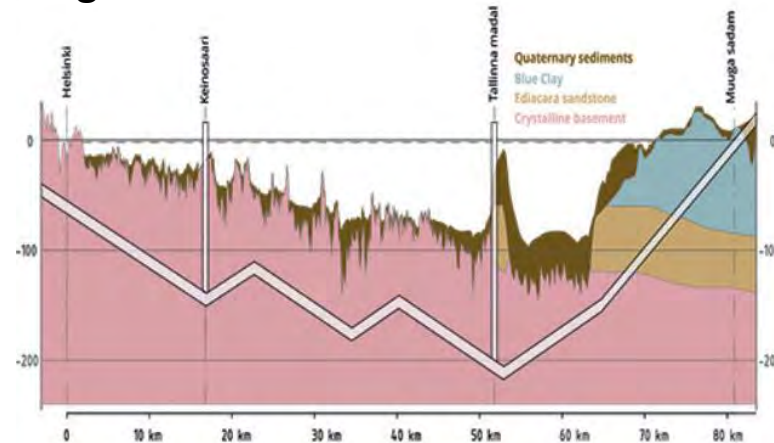
MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

Tunnel sottomarino ferroviario Helsinki-Tallinn (2030)

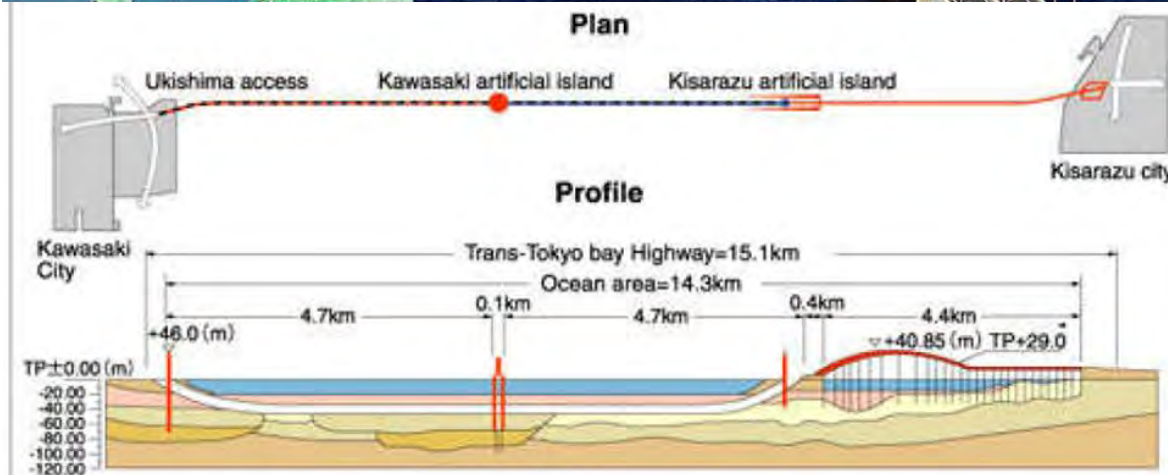
lunghezza tratto sottomarino circa 50 km



Il collegamento Helsinki-Tallinn fa parte del corridoio «Mare del Nord-Baltico» della rete TEN-T dell'UE
[https://en.wikipedia.org/wiki/Helsinki%E2%80%93Tallinn Tunnel](https://en.wikipedia.org/wiki/Helsinki%E2%80%93Tallinn_Tunnel) <https://www.uudenmaanliitto.fi/files/21452/FinEst-link-REPORT.pdf>

Tokyo Bay Aqua-Line (1997)

L=23,7 km



https://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Bay_Aqua-Line



Eight 1,5m wide flexible joint rings are inserted into the primary segmental lining to help the accommodate the settlement and seismic activity

51

Eurasia Tunnel (2016)

https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia_Tunnel

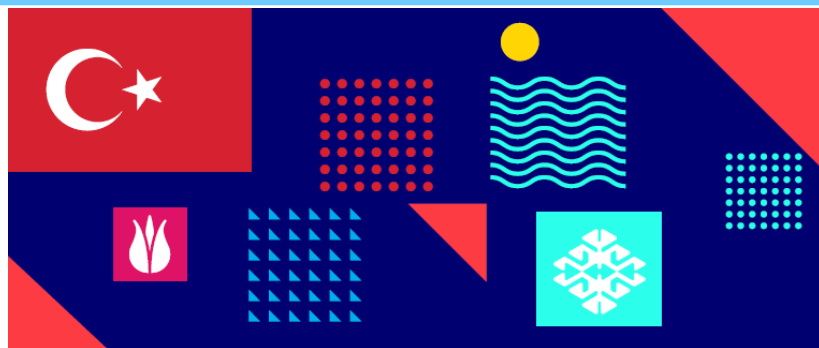
L= 5,4 km

Eurasia Tunnel

Alignment from Asia to Europe

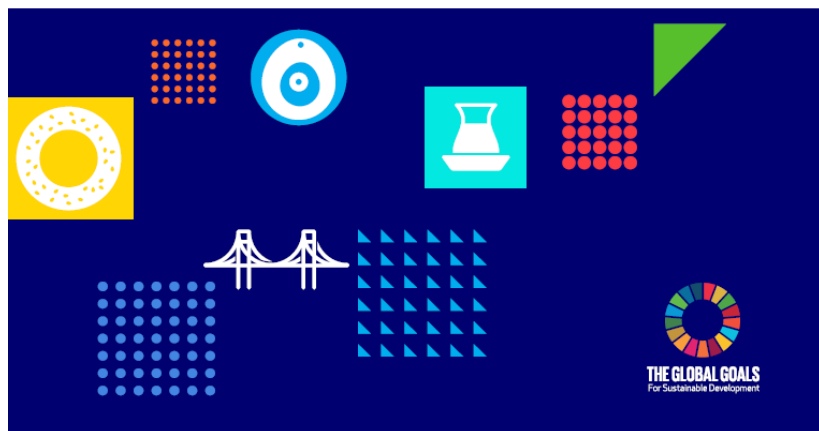


52



TURKEY'S

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
2ND VNR 2019
"Strong Ground towards Common Goals"



A most successful PPP project in terms of sustainability is the Eurasia underwater Tunnel that connects the Asian side of Istanbul with Europe reducing the otherwise 100-minute trip to 15 minutes, contributing both to CO2 emission reduction and to passenger safety and comfort.

Un progetto PPP di maggior successo in termini di sostenibilità è il tunnel sottomarino dell'Eurasia che collega la parte asiatica di Istanbul con l'Europa riducendo il viaggio altrimenti di 100 minuti a 15 minuti, contribuendo sia alla riduzione delle emissioni di CO2 che alla sicurezza e al comfort dei passenger.

(vedi Pag. 130 e conclusioni)

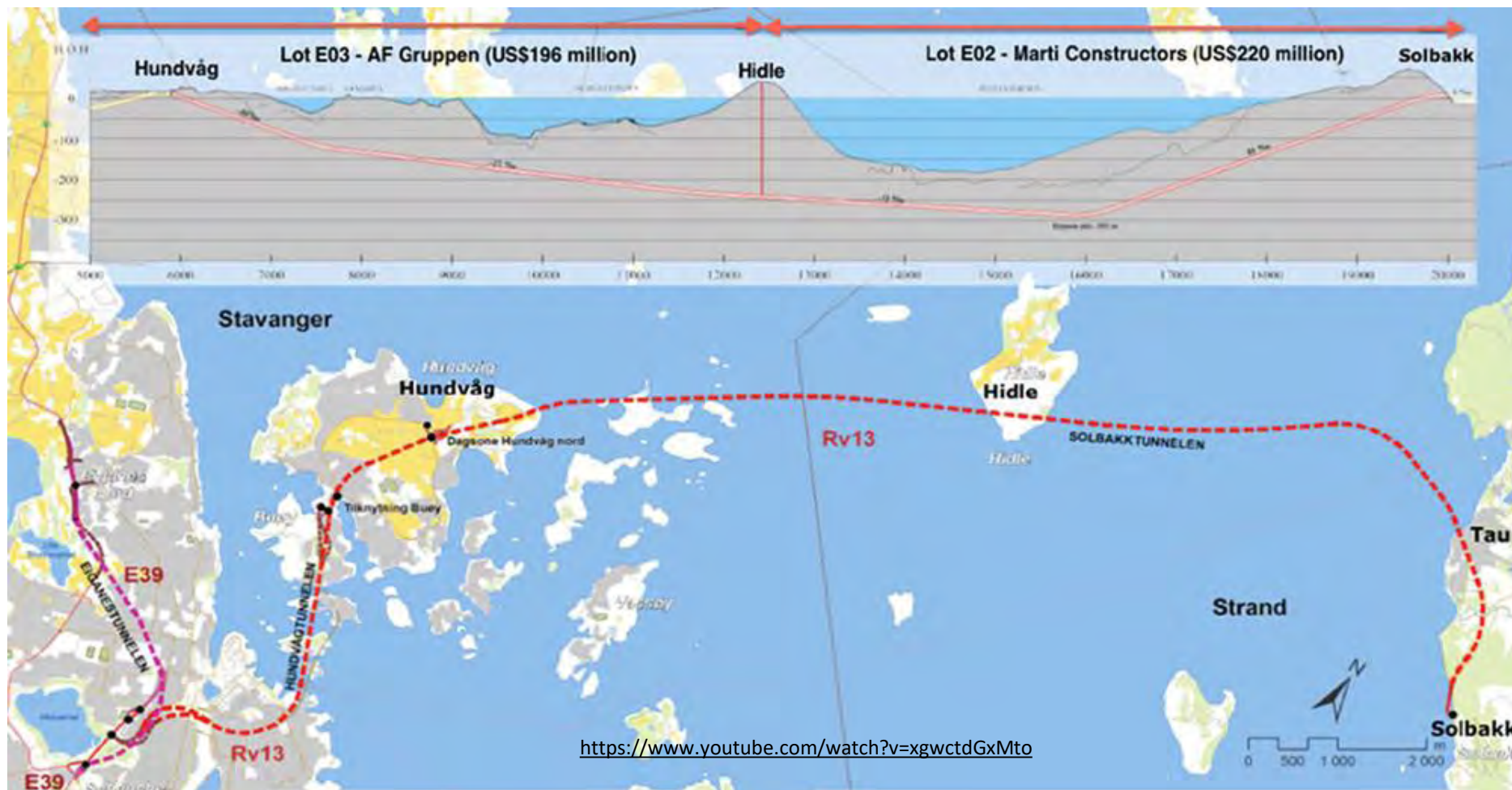
Analoghe considerazioni sono valide per i ponti.

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/23862Turkey_VNR_110719.pdf

Ryfylke Tunnel (2019)

Lungo 14,4 km, profondità massima 292 m

L= 14,4 km



<https://www.tunneltalk.com/Norway-Nov17-Ryfylke-Ryfast-road-tunnel.php>

54

Ryfylke Tunnel (2019)

Lungo 14,4 km, profondità massima 292 m



55

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

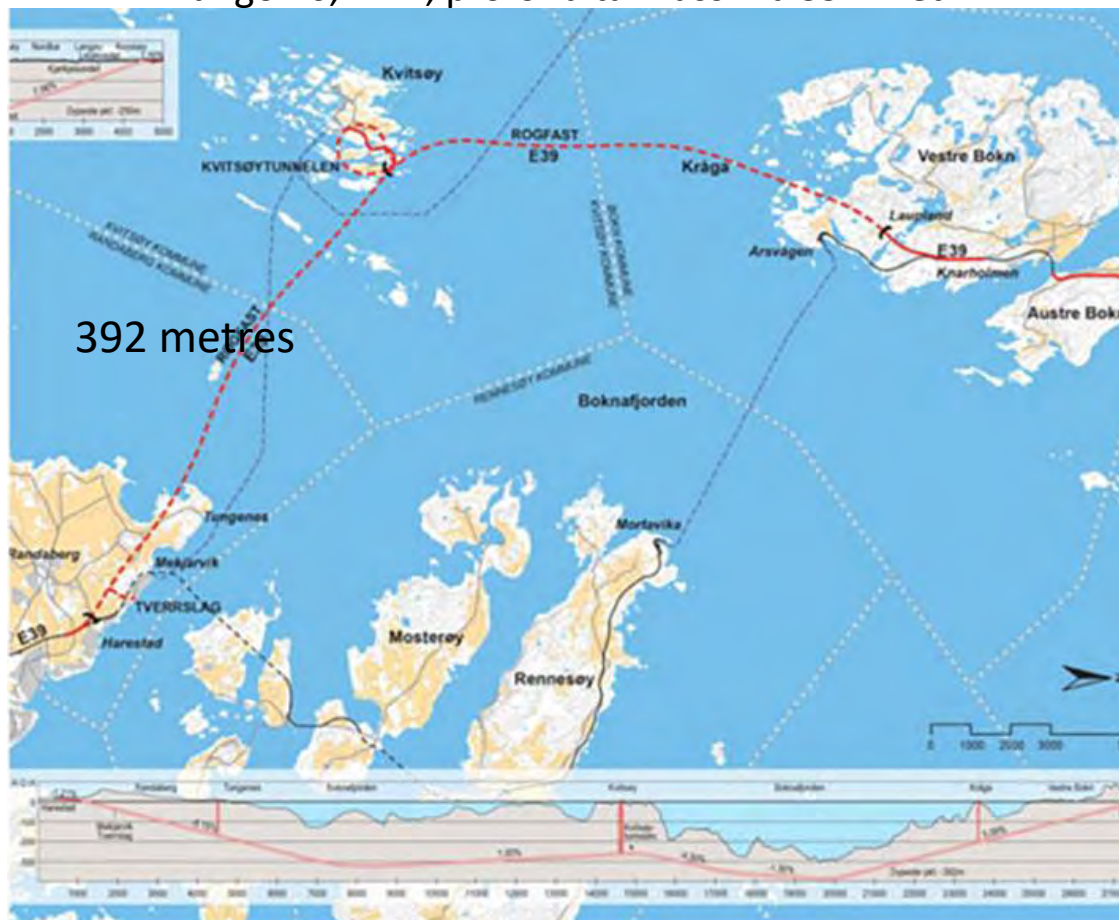
Rogfast highway project (2031)

Lungo 26,7 km, profondità massima 392 metri

L= 26,7 km

Inizio lavori:
4 gennaio 2018

Ultimazione prevista
nel 2031



<https://en.wikipedia.org/wiki/Rogfast>

<https://www.tunneltalk.com/Norway-Nov17-Ryfylke-Ryfast-road-tunnel.php>

56

Tunnel in alveo (SFTB o di Archimede)

Fonte: Statens vegvesen

57

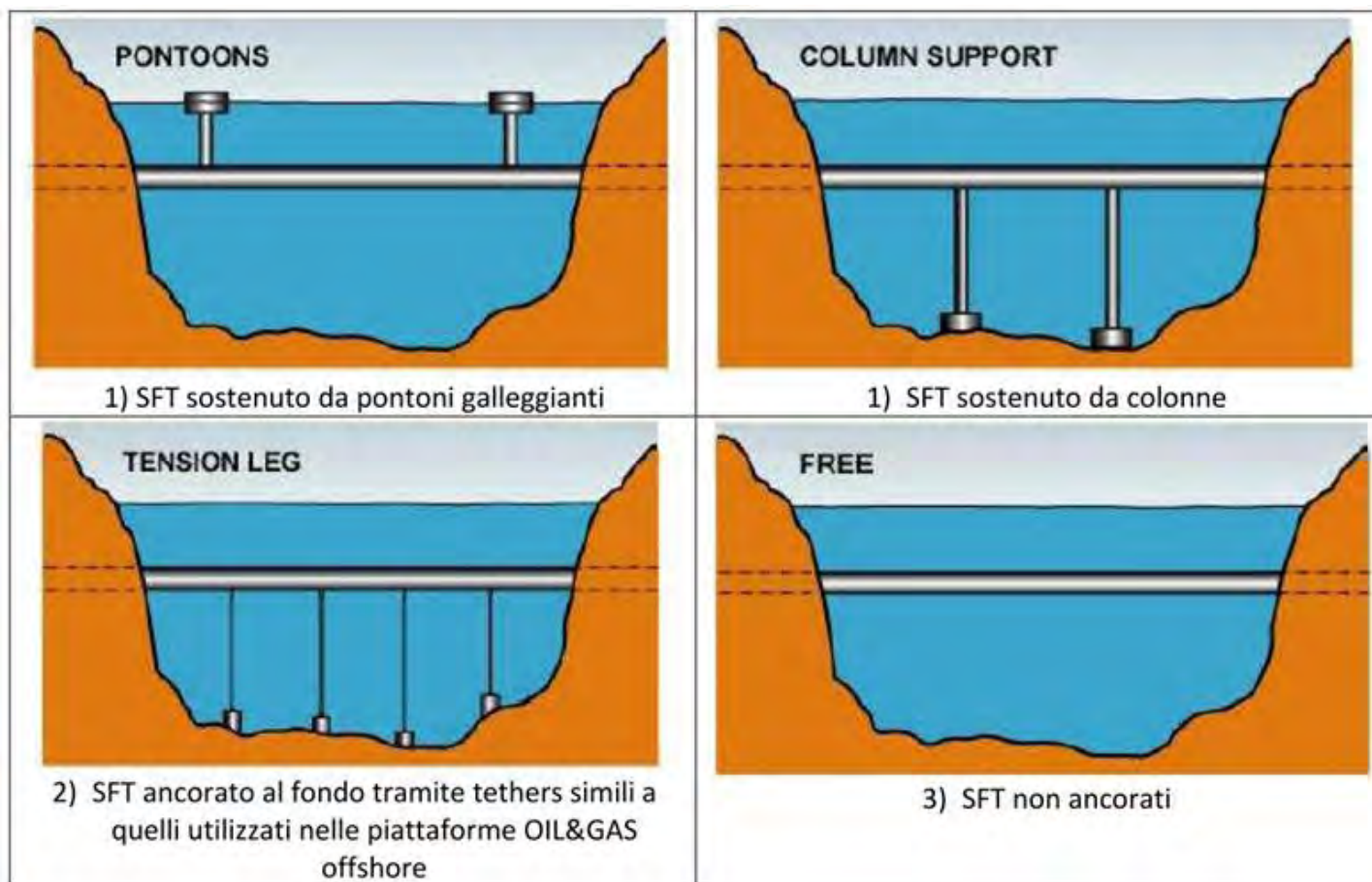
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

Tunnel a mezz'acqua (tunnel sommersi flottanti)



Submerged Floating Tunnel (SFT)

58

Research center for smart submerged floating tunnel system Tunnel a mezz'acqua: Mercato potenziale



KAIST - SFT – Ipotesi di realizzazione di SFT nel mondo

<https://docplayer.net/118370874-Research-center-for-smart-submerged-floating-tunnel-system.html>

<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:27b61864-64b5-4f7b-9a73-b63da7f1672a/datastream/OBJ/download>

<https://www.ntnu.edu/kt/research/dynamics/research/long-span/submerged-floating-tube>

59

In collaborazione con:



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI MILANO



Grandi ponti e tunnel nel mondo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

11 ottobre 2021

*A cura di
Giovanni SACCA'*

PARTNER



MEDIA PARTNER



CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI

