

# Unità d'Italia 2.0: un tunnel anche per il “nostro” Stretto di Messina per portare l'Alta Velocità fino in Sicilia

Redatto da:

*Simone Schmalzbauer, Managing Director, TimecoSrl (Rappresentante Italia Herrenknecht AG);*

Con il contributo di:

*Karin Baeppler (Ingegnere, Direttore Divisione Geotecnica e Consulenza sul Traffic Tunnelling di Herrenknecht AG)*

Quando si parla di “Stretto di Messina”, la mente di ogni cittadino della nostra Penisola spazia più o meno liberamente lungo 150 anni di comunicati e annunci, oltre a variegate boutade di tecnici, esperti e politici. Mai come oggi, però, i temibili mostri di Scilla e Cariddi sembrano più vicini ad essere bypassati.

Non solo. Quando si parla di “Stretto di Messina”, si pensa automaticamente al famigerato “ponte”. Perché, poi, sempre e solo il ponte? Per quale motivo non si prendono in considerazione realizzazioni alternative? Certamente negli ultimi decenni i metodi di indagine geologica, le predizioni geotecniche ma soprattutto le tecnologie a disposizione si sono tutti decisamente evoluti. Già nel 2017 l'ing. Giovanni Saccà ha presentato la sua idea di tunnel sotto lo stretto. Il suo studio è salito molto prepotentemente agli onori della cronaca recente quando, nell'estate 2020, il Governo Italiano – nella persona del Premier Giuseppe Conte – ha rilanciato la possibilità della realizzazione di un tunnel sotto lo Stretto.

La buona notizia è che le tecnologie e, soprattutto, le esperienze per la realizzazione di un progetto che prevede l'attraversamento di un tratto di più di 4km, a profondità sottomarine di circa 170m, con una geologia che lascia presupporre la presenza di faglie e diversi strati di roccia sedimentata nelle ere geologiche, ci sono.

Maggiore esponente e artefice di questo enorme avanzamento tecnologico è l'azienda tedesca Herrenknecht AG, leader nel settore della progettazione e realizzazione di Tunnel Boring Machines (TBM), le frese (le cosiddette “talpe”) a sezione circolare che, negli anni, hanno contribuito e stanno contribuendo, a realizzare, tra gli altri, progetti quali il tunnel ferroviario di base del Brennero, i tunnel ferroviari del COCIV tra Milano e Genova, le gallerie autostradali Sparvo e Santa Lucia nella tratta della A1 tra Bologna e Firenze, svariate linee di metropolitane di tutto il mondo (Milano L 4-5, Roma L C, Torino, Circumetnea a Catania, Metro Napoli, solo in Italia).

Le esperienze accumulate negli ultimi anni dalla società tedesca certificano non solo un incremento nel numero di progettazioni di tunnel un tempo considerati “quasi impossibili” ma anche, e soprattutto, la loro realizzazione in piena sicurezza.

A mero titolo esemplificativo e con un focus specifico a tunnel di grande diametro sottomarini, in questo articolo menzioneremo i progetti più significativi che, negli anni, hanno contribuito ad espandere i limiti tecnologici e quindi quelli della fattibilità tecnica per tunnel di grandi dimensioni in contesti molto sfidanti.

## **Eurasia Tunnel, Turchia**

La prima esperienza da menzionare è proprio il fratello maggiore del nostrano stretto: lo stretto del Bosforo che connette due lembi della città turca di Istanbul. Lo scavo dei 3340 m del nuovo Eurasia Tunnel sono iniziati nel 2014 e hanno visto l'impiego di una TBM da 13,71 m di diametro di tipo “Mixshield”, specificamente progettata per affrontare le asperità geologiche ed idrogeologiche. A sua volta, il design della macchina ha sfruttato le precedenti esperienze di Herrenknecht in ambito di attraversamenti sottomarini, quali l'attraversamento del fiume Elba ad Amburgo (14,20 m), i tunnel Lefortovo e North-Western a Mosca (14,20 m), il Lower Inn Rail link in Austria (13,0 m), il progetto SMART a Kuala Lumpur (13,21 m) e il Shanghai Changjiang Under River Tunnel (15,43 m).

Aspetto cruciale del progetto del tunnel del Bosforo è stato quello di dover coniugare l'alternanza di differenti substrati geologici – strati di argilla, arenarie, diabase, andesite, diorite, limi, sabbie e ghiaie – alle elevatissime pressioni idrostatiche (oltre i 12 bar), operando ad oltre 105 m di profondità e con più di 25 m di copertura di fondale marino. Il tutto lavorando con diametri di scavo decisamente elevati ed eseguendo il tutto in massima sicurezza per gli operatori e per la realizzazione dello scavo stesso.



Come per i diametri, anche per quanto ha riguardato la gestione delle pressioni in fasi operative e in fasi manutentive, le esperienze passate hanno consentito di trovare la giusta soluzione. Sono stati infatti utilizzati i risultati di diversi progetti quali Westerschelde (7,5 bar), Shanghai (6 bar), Hallandsas (11 bar) e Lake Mead (17 bar).

Ed è di particolare rilievo proprio per il “nostro” tunnel sotto lo Stretto di Messina rilevare che il tunnel del Bosforo può rappresentare un elemento di riferimento per la realizzazione e la durabilità di un tunnel sotterraneo in una zona soggetta a terremoti, essendo esso inserito nel contesto geologico della faglia di Marmara (c.d. “Marmara Graben”). Nella fattispecie, sono stati studiati ed installati nel tunnel specifici giunti sismici per superare le faglie attive.

**SEISMIC JOINT INSTALLATION**

The Eurasia Undersea Tunnel Project

<https://www.youtube.com/watch?v=7v4KgSyqZLs>

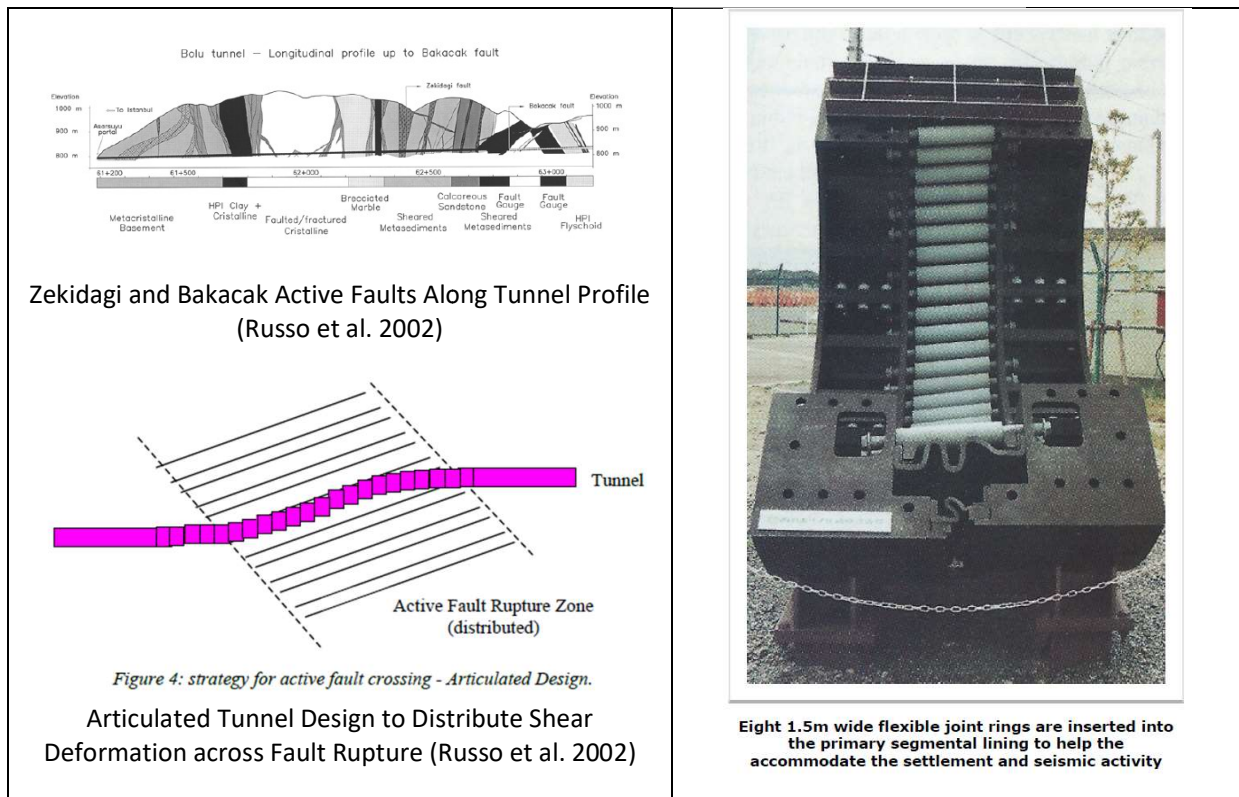
[https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia\\_Tunnel](https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia_Tunnel)

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

**SEISMIC JOINT INSTALLATION**

Giunti sismici nell'Eurasia tunnel sottomarino di Istanbul<sup>1</sup>, dimensionato per resistere sino a 7.25 Richter

<sup>1</sup><https://www.avrasyatuneli.com/en/https://www.youtube.com/watch?v=7v4KgSyqZLs>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia\\_Tunnel](https://en.wikipedia.org/wiki/Eurasia_Tunnel)



Giunti sismici installati nella galleria di Bolu per superare faglie attive<sup>2</sup>

Anche nel caso del tunnel del Bosforo, un progetto pensato già nel 1861 dal Sultano Abdulmecid I e che alcuni dicevano, ancora nel 2014, “fino a 15 anni fa nemmeno ipotizzabile” è stato invece realizzato e ora consente il sottopassaggio dello stretto in solo 15 minuti ad oltre 60,000 mezzi di trasporto su gomma al giorno.

### Lake Mead (Stati Uniti)

Già menzionato sopra, questo tunnel idraulico di 7,2 m di diametro, che oggi consente di alimentare l'enorme e sempre viva città di Las Vegas (Nevada, Stati Uniti) con acqua potabile, è uno dei fiori all'occhiello dell'ingegneria europea. La macchina prodotta dalla Herrenknecht AG è stata condotta magistralmente in uno dei progetti sotterranei più complessi da una JV capitanata dall'allora Impregilo (oggi WeBuild Group, già Salini Impregilo).

<sup>2</sup><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](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_2976.pdf)



Il tunnel sotto Lake Mead doveva essere scavato ad oltre 200 metri di profondità, per una lunghezza complessiva di circa 4,4 km, con partenza da un pozzo posto a oltre 170m di profondità e l'obiettivo era quello di approvvigionare di acqua, poi potabilizzata, l'intera conurbazione della città di Las Vegas.



Il contesto idrogeologico era drammatico: alla presenza di elementi geologici altamente sfidanti – alternanza di rocce dure sedimentarie e vulcaniche con alta presenza di faglie – si aggiungevano condizioni di pressioni idrostatiche proibitive (oltre i 15 bar). La progettazione della macchina ha dovuto quindi tenere in considerazione la possibilità di operare sia in modalità aperta, che in modalità con fronte in pressione. Gli studi e le considerazioni in fase di analisi del progetto hanno portato allo sviluppo di una macchina cosiddetta “convertibile” che ha completato lo scavo in meno di 4 anni.

### Hong Kong e Kuala Lumpur

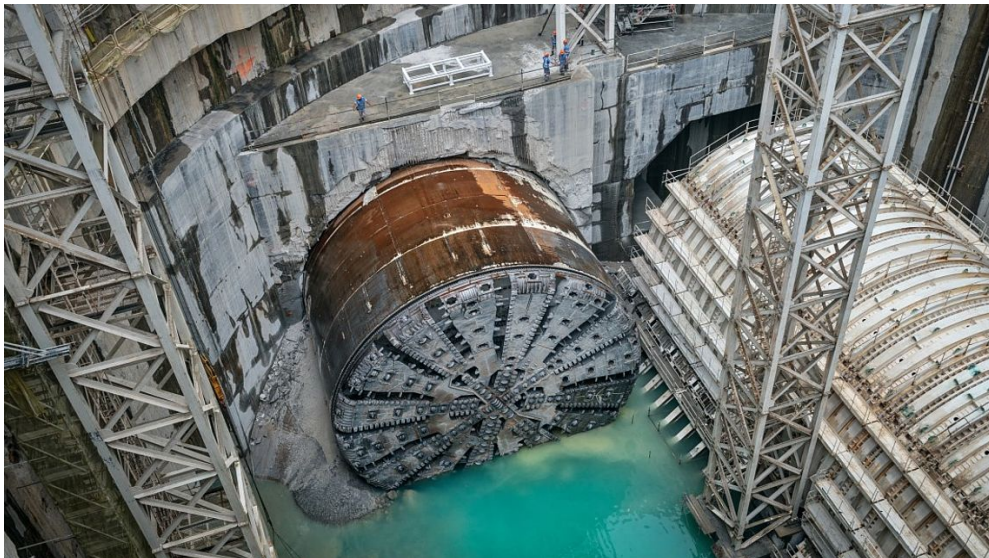
Altri due esempi che possano dare un'idea della fattibilità di tunnel sottomarini in condizioni decisamente complesse sono: la connessione tramite tunnel tra TuenMun e ChekLapKok ad Hong Kong e il tunnel stradale / scolmatore di Kuala Lumpur in Malesia.

La prima galleria, progettata per mettere in collegamento l'aeroporto di Hong Kong con la parte nord dell'isola, è stata realizzata attraverso l'utilizzo di tre frese, di cui una, la più grande, del diametro di ben 17,6 metri. Anche in questo caso le difficoltà venivano dalla geologia variegata – un'alternanza tra rocce con elevati UCS e argille potenzialmente bloccanti per una TBM, oltre la presenza di biogas e depositi alluvionali – e da elevate pressioni idrostatiche (oltre i 5 bar).

L'altro progetto, soprannominato "SMART" (acronimo di Stormwater Management and Road Tunnel), ha visto la realizzazione di una galleria stradale nella città di Kuala Lumpur in Malesia, da adibire, all'occorrenza, persino a scolmatore per la gestione delle inondazioni durante i periodi monsonici.



In questo progetto (e in altri che hanno coinvolto lo scavo di gallerie con TBM nella mega-city malese), le due TBM da oltre 13,20 metri di diametro si sono trovate nelle condizioni di dover scavare attraverso un intricato tracciato costellato da enormi cavità carsiche sotterranee tipiche di quelle formazioni calcaree; cavità che devono essere riempite di materiale prima di poter essere scavate e consentire il passaggio alle macchine. Operazione ancora una volta non facile ma, opportunamente progettata e prevista, eseguita in sicurezza.



## Conclusioni

Non è da dimenticare che i costi di realizzazione dei tunnel sottomarini sono diminuiti al punto che in alcune nazioni continuano ad essere realizzati comunemente.

L'attuale record di lunghezza dei tunnel stradali è detenuto dal Tunnel norvegese di Lærdal, che raggiunge i 24,51 km ed è in costruzione il Rogfast tunnel di 27 km.

Il tunnel stradale da realizzare nello stretto di Messina dovrebbe essere lungo circa 15 km, che è quasi identico al Ryfylke tunnel che è stato ultimato nel 2019 per un costo di circa 750 milioni di euro.



Ryfylke tunnel - Norvegia

Per quanto riguarda i tunnel ferroviari ne esistono lunghi oltre 50 km e sono in progettazione, per realizzarli nei prossimi anni, tunnel che supereranno i 100 km.

Tutti i progetti presentati o anche solamente menzionati in questo articolo hanno lo scopo di evidenziare come l'evoluzione tecnologica, le passate esperienze ma, soprattutto, una dettagliata analisi geologica sono i tre ingredienti chiave che possono rendere non solo fattibile, ma addirittura molto realistica la realizzazione di tunnel ad elevatissimo coefficiente di difficoltà.

Tra questi, ovviamente il tunnel sotto lo Stretto di Messina. Per poter finalmente dire che anche i famosi mostri marini di Scilla e Cariddi sono stati bypassati.

## BIBLIOGRAFIA

"Constant Demand on Very Large Tunnel Boring Machine Diameters for the Construction of Today's Infrastructure Systems" - Karin Böppler Herrenknecht AG;

"Shift in the limitations of use for mixshieldtunnelling: Measures for dealing with extreme water pressures as well as great depths and diameters" - Authors: Dr. Karin Böppler, Dipl.-Ing. Werner Burger, Herrenknecht AG;

"Tunnel" - 7/2007 "Mix-Shields for Shanghai Motorway Tunnels" Author: Dr. Karin Böppler- Herrenknecht AG;

Referenza Bosphorus:

<https://www.herrenknecht.com/en/allaround-digital/issue-4.html#ultimate-tunnel-drive+story>

Referenza Lake Mead:

<https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/lake-mead-intake-no-3/>

Referenza Hong Kong ChekLap-Kok: <https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/hong-kong-tuen-mun-chek-lap-kok-link/>

ReferenzaWesterschelde: <https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/westerschelde/>

Referenza Shanghai:

<https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/shanghai-changjiang-under-river-tunnel-project/>

WTC 2016: "Istanbul Strait Road Tube Crossing: Challenges, Risks and Mitigation Strategies"- AA.VV.

Ruben Duhme - Designing TBMs for Subsea Tunnels - *The 2017 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM17) 28 August -1 September, 2017, Ilsan(Seoul), Korea*  
[http://www.i-asem.org/publication\\_conf/asem17/7.TS/W3G.1.TS1401\\_4232F1.pdf](http://www.i-asem.org/publication_conf/asem17/7.TS/W3G.1.TS1401_4232F1.pdf)