

POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI MECCANICA
GALLERIA DEL VENTO

L'effetto del vento sul Ponte sullo Stretto di Messina

Prof. Ferruccio Resta



IL VENTO E I PONTI DI GRANDE LUCE

Il vento è uno degli elementi dimensionanti per i ponti di grande luce

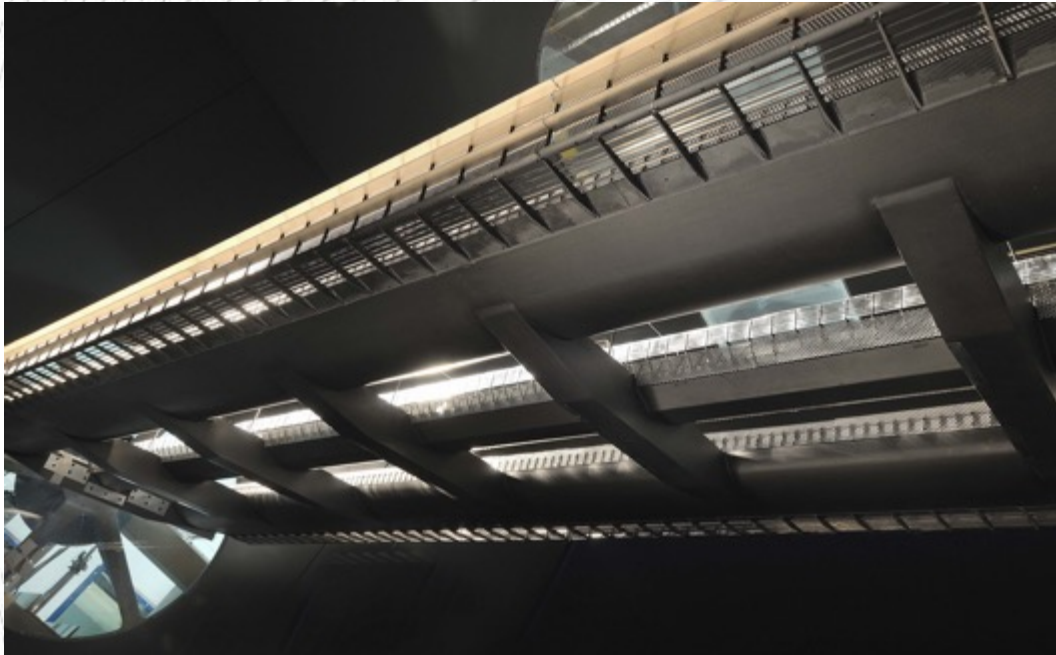
Durante la progettazione vanno considerati gli effetti:

1. Statici che determinano il carico eolico dal punto di vista del dimensionamento
2. Dinamici che invece contribuiscono a determinare la stabilità e la percorribilità
3. Eccitazione da distacco di vortici
4. Effetto del vento laterale sui veicoli



ATTIVITA' SPERIMENTALI

Lo studio aerodinamico avviene attraverso modelli fisici provati in galleria del vento



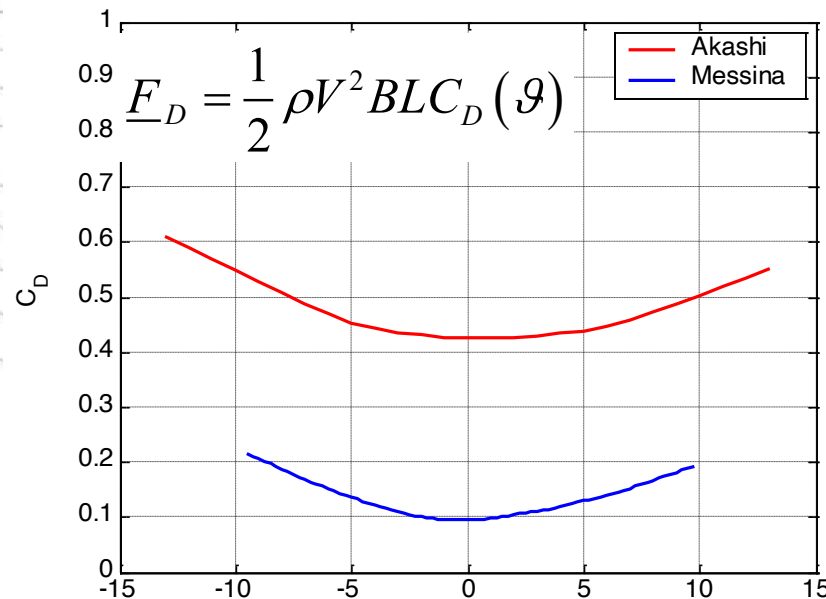
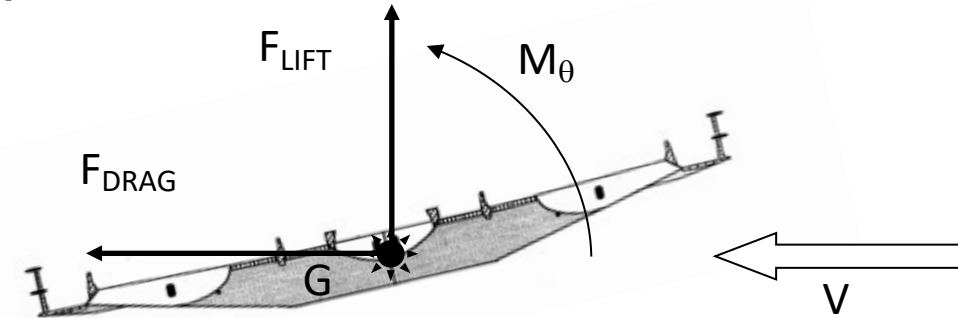
Modelli sezionali per caratterizzare e ottimizzare il ponte



Modelli completi per la verifica globale del comportamento aerodinamico

GLI EFFETTI AERODINAMICI: RISPOSTA AL VENTO

Sulla sezione nascono delle forze di resistenza e di portanza dovute al vento. Le forze aerodinamiche devono essere il più basse possibili.



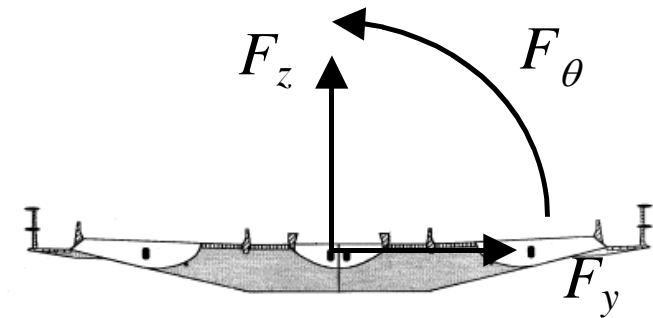
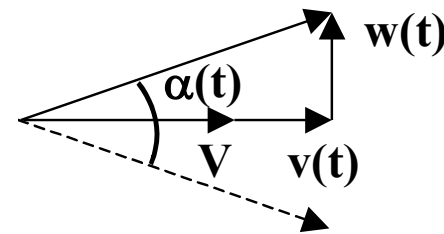
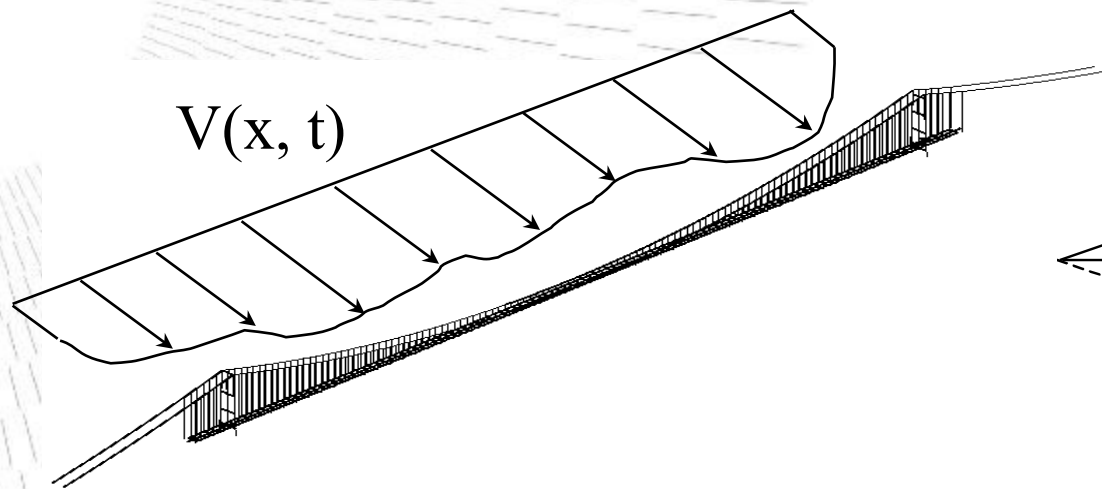
Grazie alla sua forma aerodinamica le forze sul Ponte di Messina sono 1 / 4 di quelle su Akashi

GLI EFFETTI AERODINAMICI: RISPOSTA AL VENTO

La distribuzione spazio - temporale del vento modifica però l'interazione locale facendo cambiare l'angolo di attacco sezione per sezione

Gli effetti dinamici dipendono quindi da una interazione tra vento e struttura che ne determina la **stabilità** e la **risposta al vento turbolento**

Ogni ponte a gran luce ha una sua velocità massima di stabilità

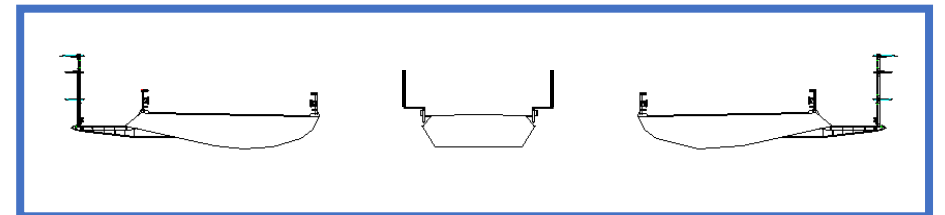
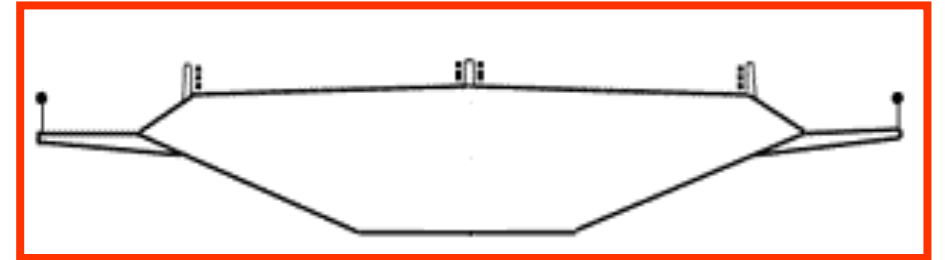


GLI EFFETTI DINAMICI: LA STABILITA'

La stabilità del ponte dipende dalla ottimizzazione dei coefficienti aerodinamici e dalla rigidità strutturale del ponte

Ponte tradizionale «Humber»: velocità critica circa 40 m/s

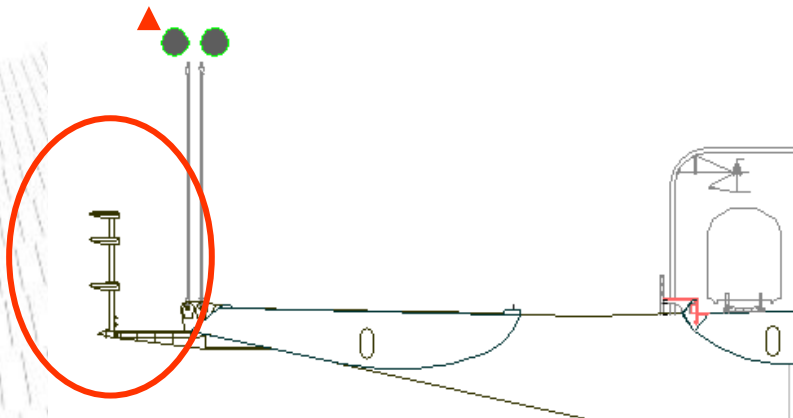
Grazie alla **soluzione multicassone** di Messina la velocità critica è di circa 85 m/s (circa 300 km/h) ben superiore alla velocità di progetto di 60 m/s



GLI EFFETTI DINAMICI: VENTO TURBOLENTO E DISTACCO DI VORTICI

Il Ponte sullo Stretto, **grazie alle sue appendici aerodinamiche e soprattutto alla geometria dei cassoni**, fa sì che lo smorzamento aumenti al crescere della velocità del vento.

Maggiore smorzamento significa maggiore capacità di dissipare energia e quindi minori livelli di vibrazione

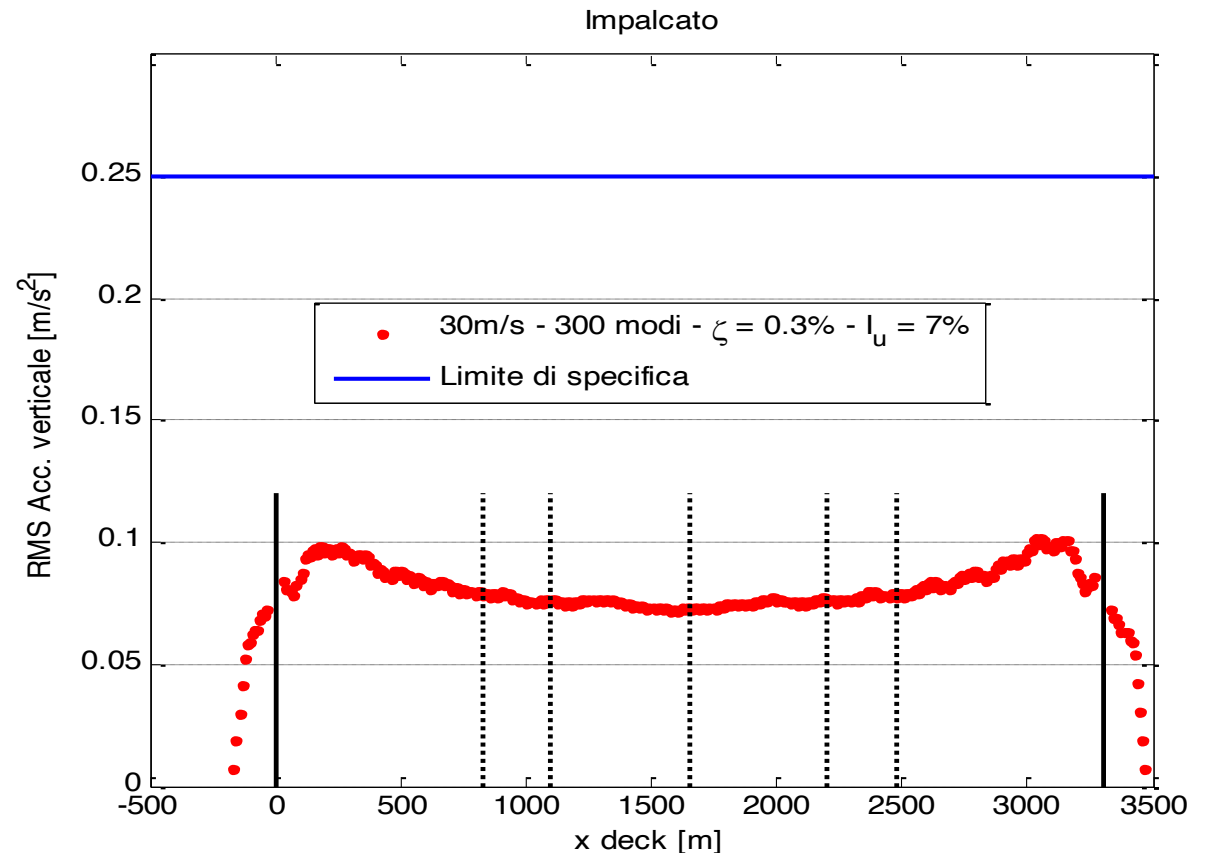


GLI EFFETTI DINAMICI: RISPOSTA AL VENTO TURBOLENTO

ESEMPIO

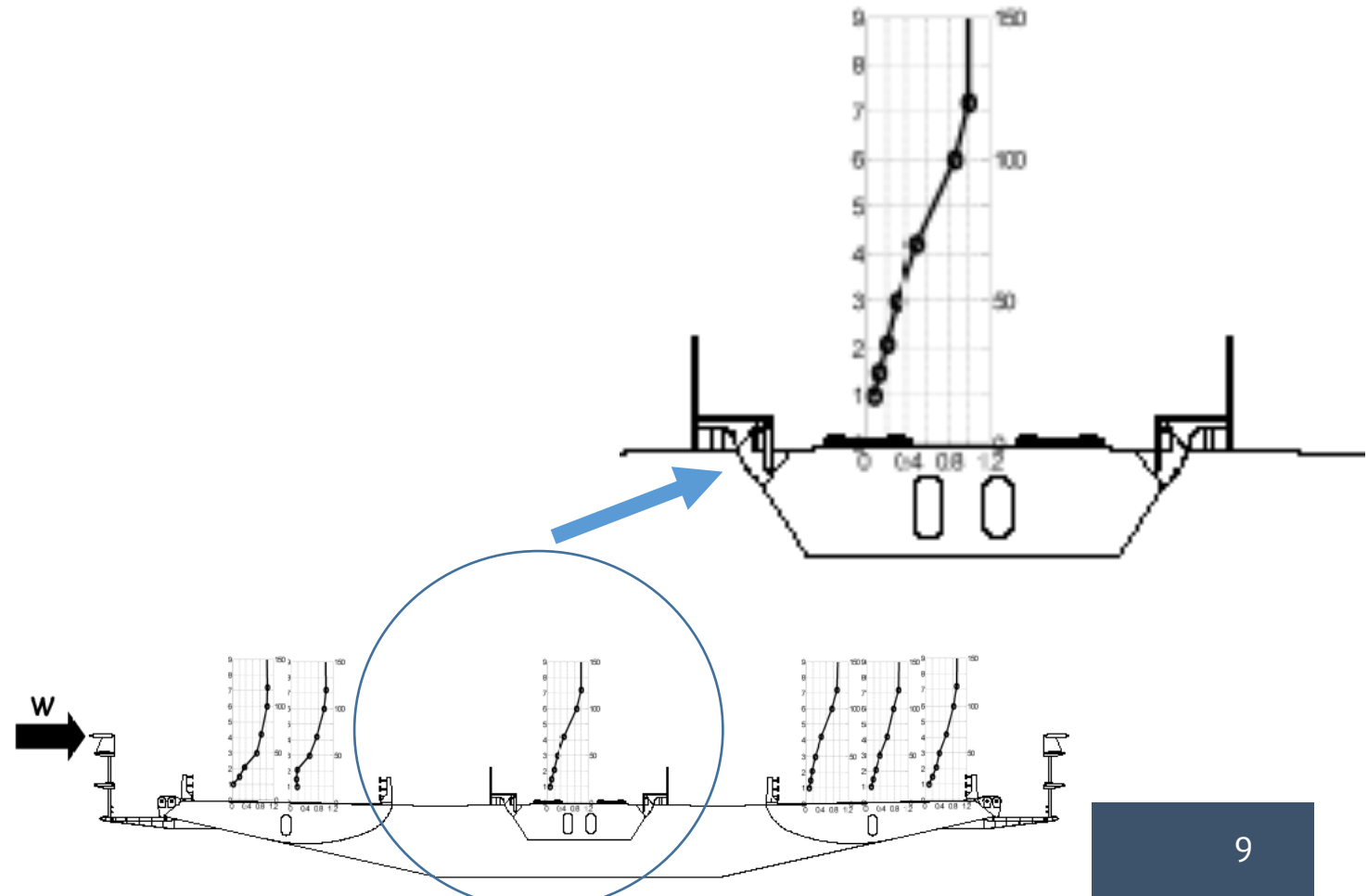
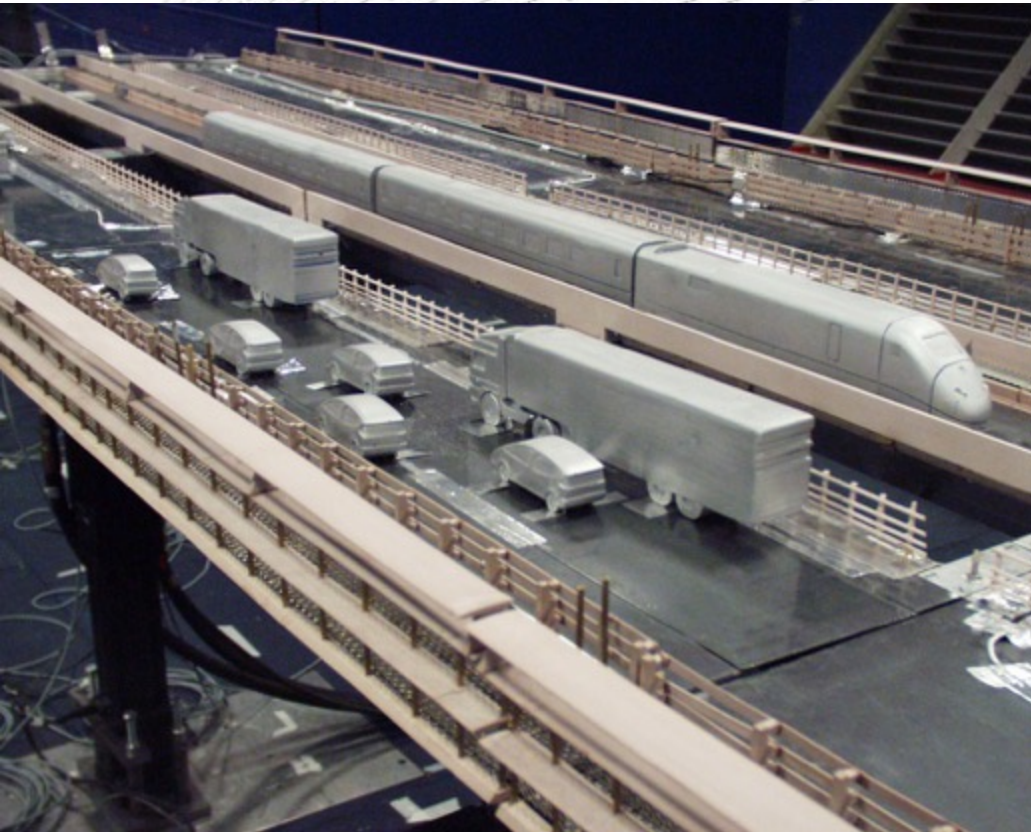
Si vede come i valori di accelerazione registrati sul ponte per **30 m/s di vento (110 km/h)** con turbolenza tipica dello Stretto sono **al 40% del limite**

I valori di accelerazione determinano la percorribilità stradale e ferroviaria



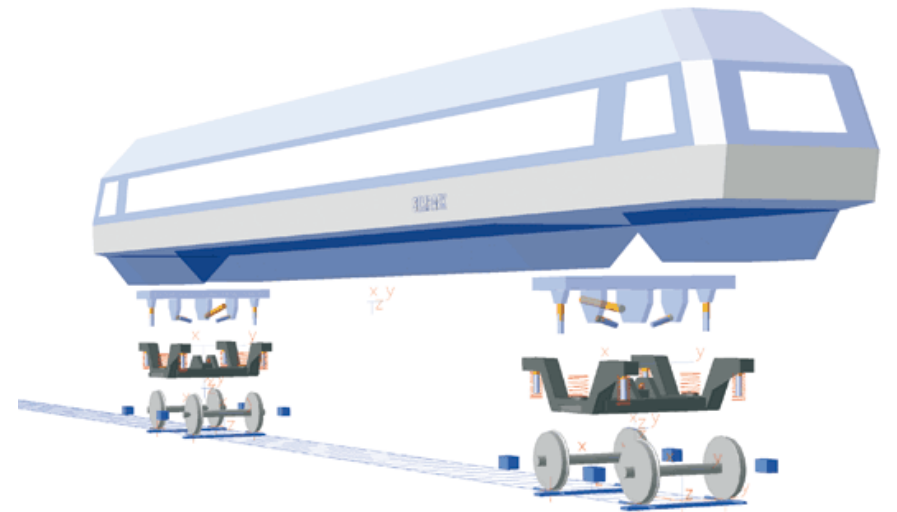
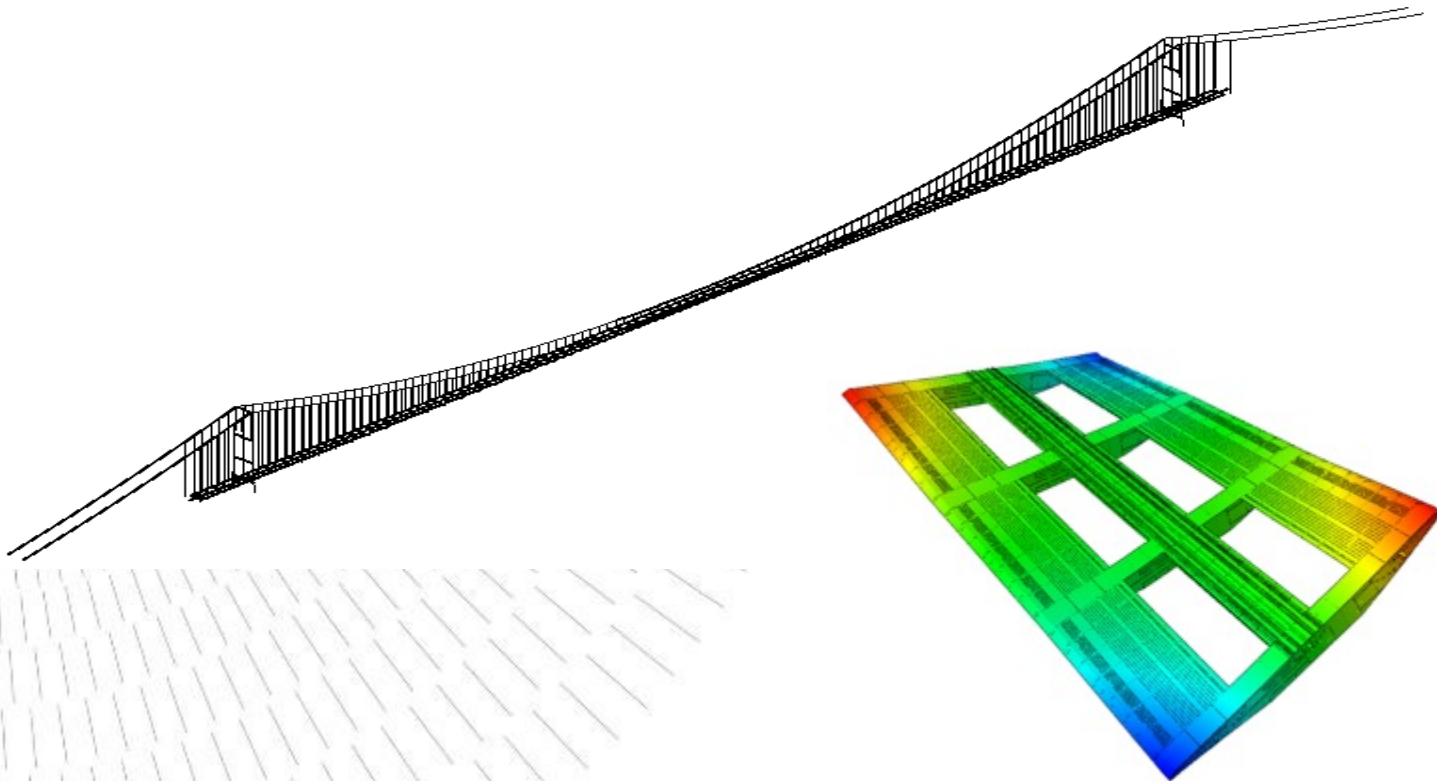
EFFETTO DEL VENTO SUL TRAFFICO STRADALE E FERROVIARIO

Lo studio delle barriere frangivento e delle barriere tra i cassoni permette inoltre di minimizzare l'effetto del vento laterale sul traffico ferroviario e stradale e di valutare la percorribilità sotto vento



PERCORRIBILITÀ FERROVIARIA

La percorribilità è poi garantita da sofisticati modelli di simulazione: modello a elementi finiti globale del ponte e di dettaglio per le verifiche locali e modelli multibody del treno con una dettagliata descrizione del contatto in modo da definire con precisione le forze di interazione



VERIFICA FINALE SU MODELLO AEREOELASTICO COMPLETO

Scala 1/300

Lunghezza 13,8 m

Provato per esposizioni
da 0 a 90 deg

Fino a 90 m/s (in scala)

Per la verifica di:

- Risposta dinamica
- Distacco di vortici
- Stabilità



LA GALLERIA DEL VENTO DEL POLITECNICO DI MILANO

Le attività sperimentali sono state effettuate presso la Galleria del Vento del Politecnico e verificate in analoghi impianti «indipendenti» internazionali

La Galleria del vento del Politecnico è la più grande galleria del vento a strato limite d'Europa



Sezione	Dimensioni [m]	Max Vel. [m/s]
Strato limite	14 x 4	16
Bassa Turbolenza	4 x 4	55

L'EREDITA' TECNICO SCIENTIFICA DEL PONTE SULLO STRETTO ALCUNE VERIFICHE IN GALLERIA DEL VENTO

Yavuz Sultan Selim Bridge – Istanbul, Turchia – Terzo attraversamento del Bosforo
Campata Principale 1408 m, Ponte misto strallato sospeso; Stradale e ferroviario



L'EREDITA' TECNICO SCIENTIFICA DEL PONTE SULLO STRETTO ALCUNE VERIFICHE IN GALLERIA DEL VENTO

Ozman Gazi Bridge– Izmit, Turchia
Campata Principale 1550 m, Ponte sospeso



L'EREDITA' TECNICO SCIENTIFICA DEL PONTE SULLO STRETTO ALCUNE VERIFICHE IN GALLERIA DEL VENTO

Canakkale 1915, Campata Principale 2250 m, Ponte sospeso

Attualmente il ponte più lungo del mondo → Realizzato con l'approccio multicassone pensato per Messina



L'EREDITA' TECNICO SCIENTIFICA DEL PONTE SULLO STRETTO ALCUNE VERIFICHE IN GALLERIA DEL VENTO

Altri progetti realizzati:

Queensferry Crossing Bridge, Scozia Ponte strallato a 3 campate da 2500 m

Braila Bridge, Romania, Ponte strallato, lunghezza totale 2500 m, campata principale 1120 m

....

In corso:

E39 Norvegia

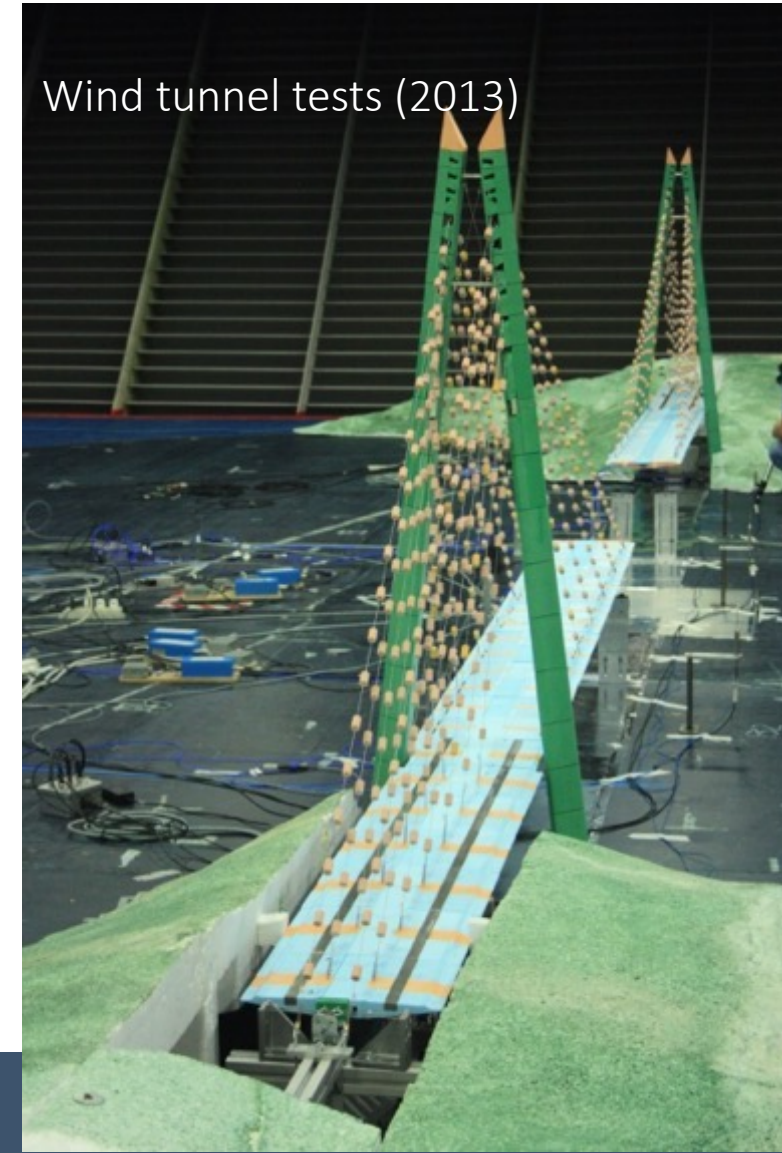
Julsundet Bridge, Ponte strallato, Campata principale 1625 m

Bjørnafjorden Bridge, Ponte sospeso curvo con torri galleggianti



L'EREDITA' TECNICO SCIENTIFICA DEL PONTE SULLO STRETTO ALCUNE VERIFICHE IN GALLERIA DEL VENTO

Le prove aerodinamiche della fase di costruzione
del terzo attraversamento del Bosforo





CONTACTS

Prof.

Ferruccio Resta

ferruccio.resta@polimi.it

+39 02 2399 8433

www.mecc.polimi.it



@meccpolimi

POLITECNICO
MILANO 1863