Lezione

PONTI E GRANDI STRUTTURE

Prof. Pier Paolo Rossi
Università degli Studi di Catania

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

Ponti

Elementi da considerare in progetto :

- IMPATTO AMBIENTALE
- ESTETICA
- FUNZIONALITA’
- RESISTENZA
- DURABILITA’

Ponti

Classificazione

I ponti si possono classificare in base a :

- MATERIALE DA COSTRUZIONE
- VIA SERVITA
- OSTACOLO SOVRAPASSATO
- SCHEMA STATICO

Ponti

Classificazione in base al materiale da costruzione

Un ponte può essere classificato
in base al materiale di cui è costituita la sovrastruttura :

- Legno
- Muratura
- Calcestruzzo (ordinario e precompresso)
- Acciaio
- Struttura mista (acciaio – cls)

Ponti

Classificazione in base alla via servita

Un ponte può essere classificato
in base al tipo e all'entità del carico variabile che transita sul ponte :

- Ponti stradali
  - prima categoria
    progettati per il transito dei carichi più severi (carichi militari)
  - seconda categoria
    progettati per strade secondarie
    su cui è previsto il normale transito di veicoli

- Passerelle pedonali
  progettate per il solo transito di pedoni

Ponti

Classificazione in base alla via servita

Un ponte può essere classificato
in base al tipo e all'entità del carico variabile che transita sul ponte :

- Ponti ferroviari
  progettati per sopportare carichi maggiori di quelli stradali

- Ponti canale
  progettati per sorreggere tubazioni oppure per costituire essi stessi la via d'acqua.

Ponti

Classificazione in base all'ostacolo sovrapassato

Un ponte può essere classificato
in base al tipo di ostacolo da superare ed al vincolo che questo impone :

- **Ponti**

  Sono realizzati per superare corsi d'acqua.

  I vincoli progettuali sono principalmente di natura idraulica :

  - eventi di massima piena
  - livello massimo dell'acqua
  - scalzamento delle fondazioni in alveo
  - franchi necessari per permettere l'eventuale navigazione
  - rischio di erosione degli elementi strutturali.

Ponti

Classificazione in base all'ostacolo sovrapassato

Un ponte può essere classificato
in base al tipo di ostacolo da superare ed al vincolo che questo impone :

- Viadotti

  Sono realizzati quando la morfologia del terreno non consente alla strada di appoggiarsi sulla sede naturale.

  La loro lunghezza e ubicazione sono dettate da fattori oggettivi, quali presenza di altri edifici o infrastrutture oppure da considerazioni geomorfologiche, e da considerazioni di natura estetica ed economica.

Ponti

Classificazione in base all'ostacolo sovrapassato

Un ponte può essere classificato
in base al tipo di ostacolo da superare ed al vincolo che questo impone :

- Sovrapassaggi e sottopassaggi

  Sono realizzati per scavalcare altre strade o ferrovie.

  I vincoli sono costituiti dalla sagoma limite.

  In genere i sostegni devono essere posti a 50-75 cm oltre la banchina, fuori dal ciglio erboso, mentre la possibilità di disporre pile centrali si ha solo se lo spartitraffico ha larghezza maggiore di 4 m.

Ponti

Classificazione in base all'ostacolo sovrapassato

Un ponte può essere classificato
in base al tipo di ostacolo da superare ed al vincolo che questo impone :

- Strade o ferrovie soprelevate

  Sono realizzate quando è necessario scavalcare aree urbane con costruzioni preesistenti o di particolare importanza ai fini del traffico, dell'interesse urbanistico o archeologico.

  Dovendo costruire un opera in ambiente urbano, è preferibile l'uso di elementi prefabbricati, leggeri e facilmente montabili.

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Un ponte può essere classificato
in base ai meccanismi di resistenza ai carichi, per cui i carichi gravitazionali e orizzontali si trasferiscono alla fondazione :

- Ponti a travata
- Ponti ad arco
- Ponti a telaio
- Ponti strallati
- Ponti sospesi

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a travata

L'impalcato è sostenuto da travi principali disposte longitudinalmente che, a loro volta, sono sostenute dalle spalle o da spalle e pile.

La soletta è generalmente realizzata in c.a.,
mentre le travi possono essere realizzate in acciaio, c.a. o c.a.p.
e lavorano principalmente a flessione in direzione longitudinale.

Questo tipo di ponte
è generalmente usato per campate medio-piccole.

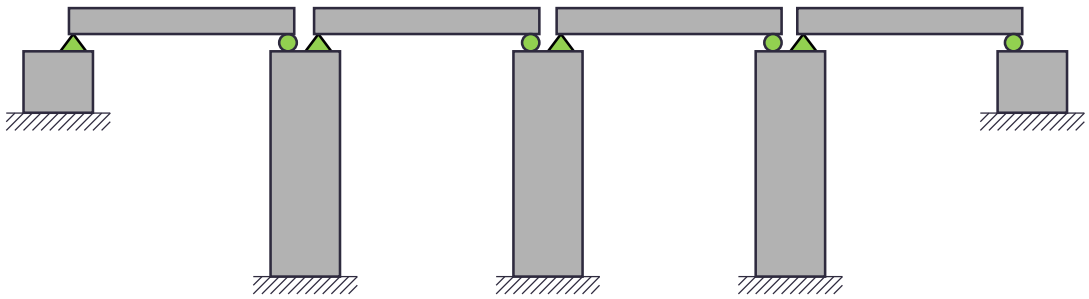
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a travata semplicemente appoggiata

Impiegati per luci di piccole dimensioni
(40 – 50 m per strutture in c.a.p. e miste, e 60 – 80 m per strutture in acciaio)

Sono utilizzati se si fa uso estensivo della prefabbricazione
o quando si temono cedimenti differenziali in fondazione.

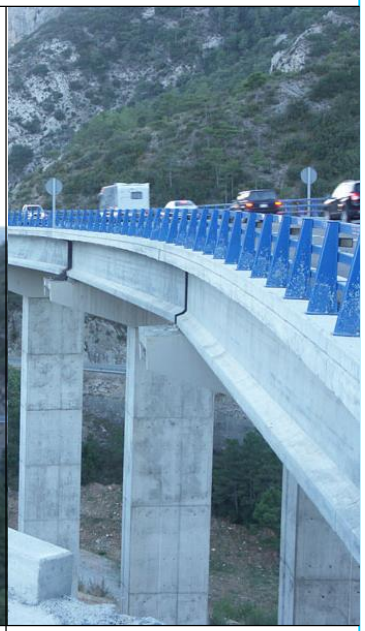


Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Viadotto a Lleida (Spagna)



coordinate		anno

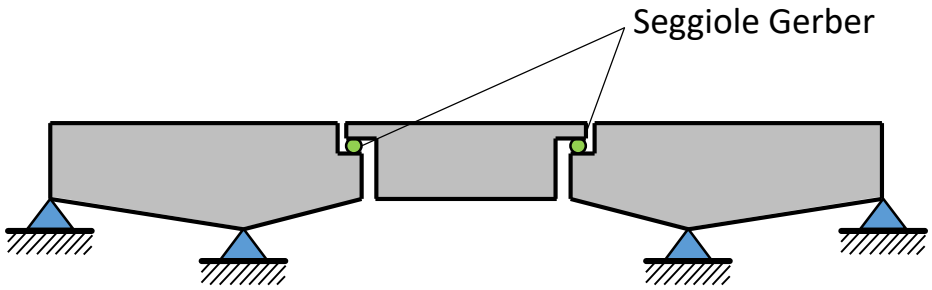
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a travata tipo Gerber

Impiegati quando si vuole avere una struttura isostatica con sollecitazioni meglio distribuite.

Usati prevalentemente a tre luci in cui la campata centrale è prefabbricata e quelle laterali sono costruite in loco.



Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte del villaggio di Kuma, prefettura di Kumamoto (Giappone)

Ponte a travata di tipo Gerber a cerniere interne

coordinate		anno
32.2649064, 130.6567062		

Ponti

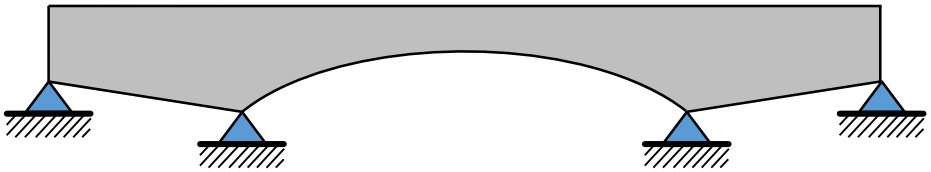
Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a travata continua

Impiegati per sfruttare appieno la prefabbricazione.

Solitamente impiegato nel caso dell'acciaio.

Per i ponti realizzati in c.a.p. viene garantita la continuità con l'impiego di cavi di precompressione disposti nella soletta.



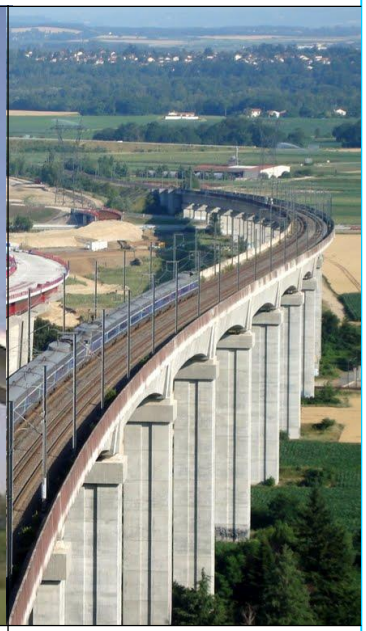
Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Viadotto Côtière a La Boisse, Beynost (Ain) (Francia)

Ponte a travata continua in c.a.p.



coordinate
45° 50' 06" N
5° 01' 23" E

Lunghezza totale 1725 m

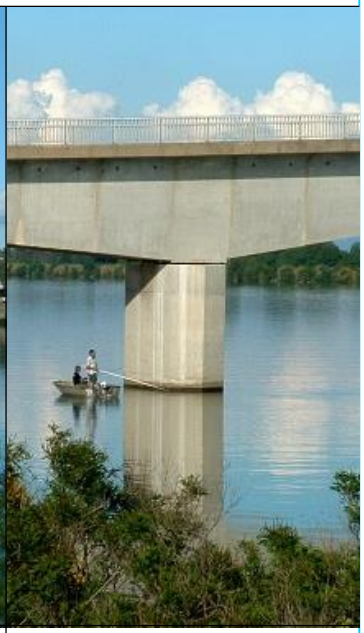
anno
1991

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte d’Aramon sul fiume Rodano (Francia)

Ponte a travata continua in c.a.p. a 7 campate.



coordinate
43° 53' 52.00" N
4° 42' 8.00" E

Luci delle travate 46.819 m - 5 x 78.145 m - 46.819 m

anno
1970

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti ad arco

La struttura principale è ad asse curvilineo e risulta soggetta a forze assiali (compressione generalmente).

I ponti ad arco sono caduti in disuso ultimamente a causa del loro costo, prevedendo opere provvisionali (centine) molto onerose.
Inoltre, essi prevedono terreni rocciosi in quanto trasmettono alle fondazioni azioni orizzontali (fatta eccezione per i ponti a spinta eliminata).

I ponti ad arco possono essere ulteriormente classificati
in base al grado di iperstaticità,
oppure in base alla posizione relativa dell'impalcato e dell'arco.

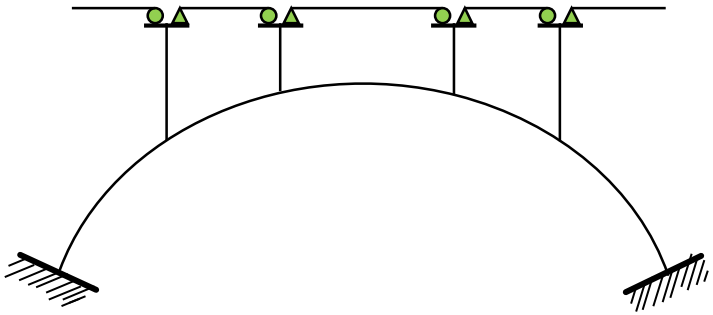
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti ad arco incastrato

La linea delle pressioni non ha alcun punto di passaggio obbligato.

Realizzato in muratura, è la tipologia più antica.
Adesso si prevede la realizzazione in cemento armato ed acciaio.
Nervature parallele e verticali collegano la struttura da arco con l'impalcato.



Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte de Los Tilos, La Palma, isole Canarie (Spagna)

coordinate
28°47'54.2"N
17°46'16.6"W

Arco di 255 metri di lunghezzza

anno
2004

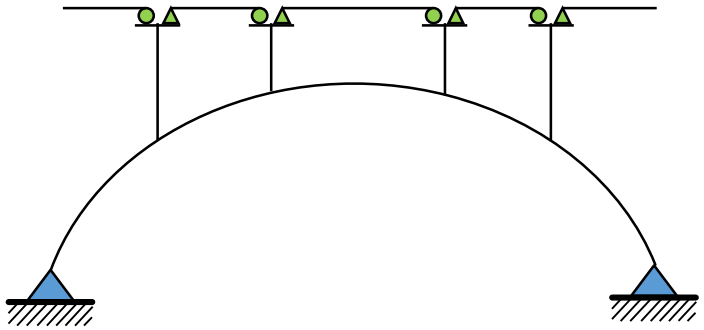
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti ad arco a due cerniere

L`arco è collegato all'impalcato con elementi isolati, spesso collegati da elementi trasversali a formare una struttura reticolare.

Presenta una buona adattabilità ai carichi mobili
e ai cedimenti verticali ed esercita una spinta minore rispetto all'arco incastrato.

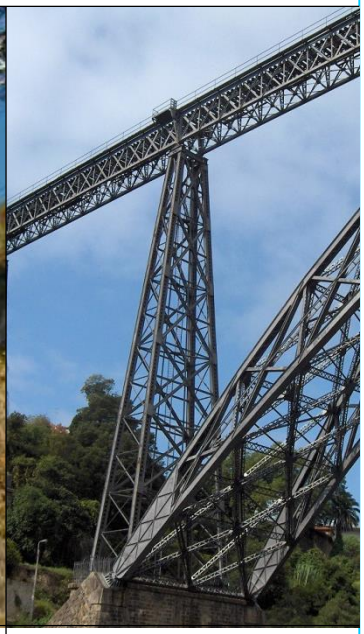


Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte di Maria Pia sul fiume Douro a Porto (Portogallo)



coordinate
41° 8' 23.38" N
8° 35' 49.23" W

Lughezza totale di 563 metri. Arco di 160 metri di lunghezza

anno
1877

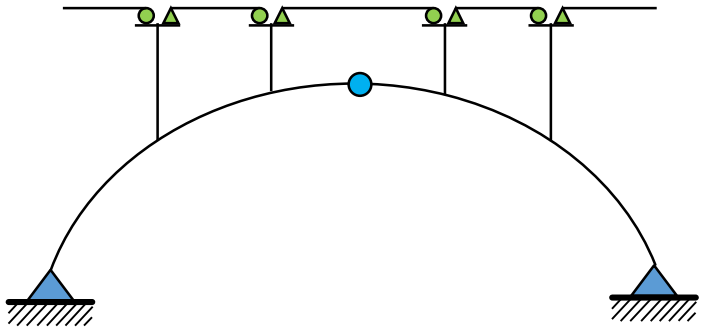
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti ad arco a tre cerniere

La linea delle pressioni è obbligata a passare per i perni delle cerniere d'imposta e per quello della cerniera posta in chiave.

E' insensibile alle variazioni differenziali di temperatura
e ai cedimenti differenziati dei vincoli.



Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte di Fragnée sul fiume Meuse a Liegi (Belgio)

(E. Jacquemin e P. Demany)

coordinate

50° 37' 15" N

5° 34' 45" E

Lughezza totale di 177.6 metri.
Campate 53.725 m - 57.750 m - 53.725 m

anno

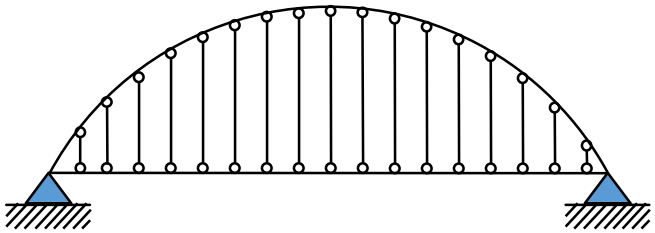
1904

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti ad arco a spinta eliminata

I carichi sono traferiti dall'impalcato all'arco tramite elementi verticali. L'impalcato ha la funzione di assorbire la spinta orizzontale dell'arco ed è metallico perché soggetto ad elevati sforzi di trazione.



Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Bridge 20 a Londra (Inghilterra)

(R. Benaim)

coordinate
51° 32' 41.40" N
0° 0' 45.59" W

Arco di 85 metri di luce

anno
2010

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a telaio

Hanno un funzionamento intermedio tra quello di un arco e quello di una trave. E’ un tipo di struttura che si presta alla prefabbricazione.

Si possono avere ponti singolari costituiti da un unico telaio,
oppure viadotti costituiti da telai contigui.

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a telaio con piedritti verticali

Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte Sao Joao sul fiume Douro, Porto (Portogallo)

Ponte a telaio con piedritti verticali

coordinate
41° 8' 20.32" N
8° 35' 43.16" W

Lunghezza totale 1029 metri
Luci 59.00 - 5 x 60.00 m - 125.00 m - 250.00 m - 125.00 m - 2 x 60.00 m - 50.00 m

anno
1970

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte Saint Michel sul fiume Garonna a Tolosa (Francia)

(E. Freyssinet)

Ponte in c.a. e c.a.p. a telaio a 4 campate con piedritti a V

coordinate
43° 35' 33" N
1° 26' 19" E

Lunghezza totale 326 metri.
Campata principale di 65.20 metri di luce

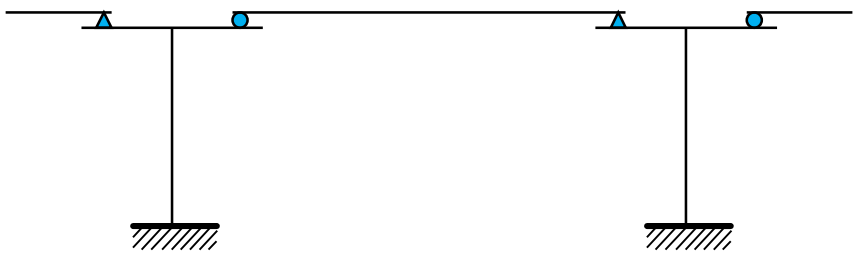
anno
1962

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a telaio con piedritti verticali e travi tampone

Sono utilizzati per sfruttare i vantaggi dati dalla prefabbricazione.
Essi presentano un comportamento più prossimo a quello della travata con sforzi prevalentemente di taglio e flessione.



Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti a telaio con piedritti inclinati

Usati principalmente per opere singolari,
il loro comportamento è assimilabile a quello di un arco.

I due schemi si confondono nel caso dei ponti di Maillart.

Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Viadotto a Tia di Cadore sul fiume Piave, Belluno

(Matildi)

coordinate
46°24'19.92"N
12°22'10.59"E

Lunghezza totale di 272 metri. Campate 72 + 128 + 72 metri

anno
1985

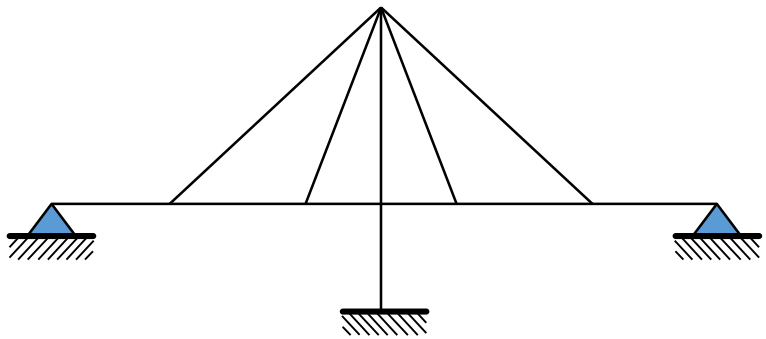
Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti strallati

Sono costituiti da una trave sostenuta da un numero limitato di funi pressoché rettilinee. Le funi sono collegate ad un pilone o “antenna”.

Questo tipo di ponte ha avuto un grande successo negli ultimi anni per luci medio grandi andando a competere con i ponti sospesi.



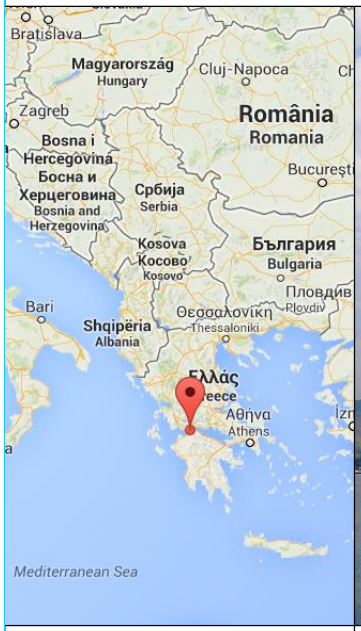
Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Ponte Rion-Antirion sul golfo di Corinto (Grecia)

(Berdj Mikaëlianet)



coordinate
38°19'17"N
21°46'22"E

Lunghezza totale di 2883 metri.
Campata max di 560 metri

anno
2004

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Stressed ribbon bridges.

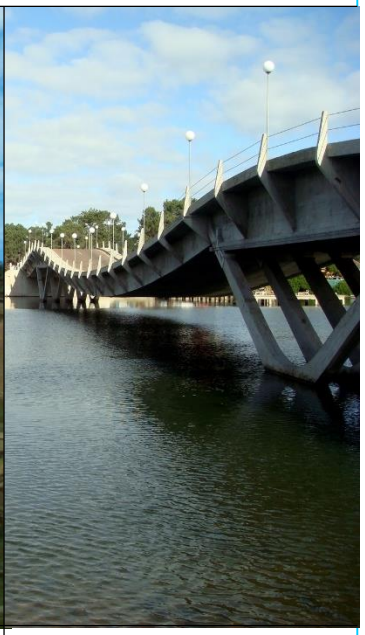
Un ponte del tipo ”stressed ribbon bridge” è una struttura in trazione simile al ponte sospeso. In questo caso, i cavi sono inseriti nell’impalcato che costituisce una catena tra gli appoggi di estremità.

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

Puente del la Barra de Maldonado (Uruguay)

(Leonel Viera)



coordinate
34° 54' 39.66" S
54° 52' 21.61" W

Lunghezza totale di 150 metri.
Campata max 90 metri

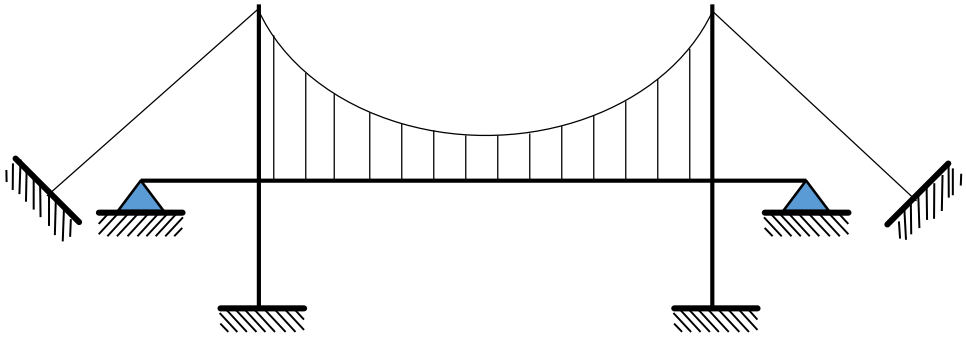
anno
1965

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

- Ponti sospesi

La struttura principale è costituita da funi disposte secondo una configurazione curvilinea. L'impalcato è costituito generalmente da una travata per limitare le deformazioni.

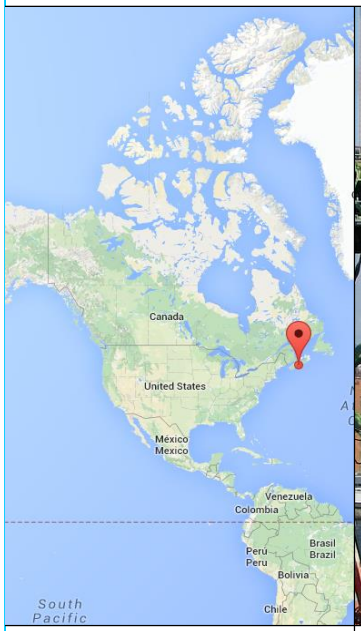


Schema statico

Ponti

Classificazione in base allo schema statico

A. Murray Mackay Bridge sulla baia di Halifax (USA)



coordinate
44°40'40"N
63°36'43"W

Lunghezza totale di 1200 metri.
Campata max 426 metri

anno
1970

Ponti

Lunghezza massima dei ponti reticolari continui

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata (m)
	Ikitsuki Bridge	Giappone	1991	400
	Astoria-Megler Bridge	USA	1966	376
	Francis Scott Key Bridge	USA	1977	366
	Dashengguan Bridge	Cina	2010	336
	Oshima Bridge	Giappone	1976	325

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_continuous_truss_bridge_spans

Ponti

Lunghezza massima dei ponti a mensola

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata (m)
	Pont de Québec	Canada	1917	549
	Forth Bridge	Scozia	1890	521
	Minato Bridge	Giappone	1973	510
	Commodore Barry Bridge	USA	1974	501
	Crescent City Connection	USA	1988	480

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_cantilever_bridge_spans

Ponti

Lunghezza massima dei ponti ad arco

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata (m)
	Chaotianmen Bridge	Cina	2009	552
	Lupu Bridge	Cina	2003	550
	Bosideng Bridge	Cina	2012	530
	New River Gorge Bridge	USA	1997	518
	Bayonne Bridge	USA	1931	510

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_arch_bridge_spans

Ponti

Lunghezza massima dei ponti strallati

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata (m)
	Russky Bridge	Russia	2012	1104
	Sutong Bridge	Cina	2008	1088
	Stonecutters Bridge	Hong Kong	2009	1018
	E'dong Bridge	Cina	2010	926
	Tatara Bridge	Giappone	1999	890

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_cable-stayed_bridge_spans

Ponti

Lunghezza massima dei ponti sospesi

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata (m)
	Akashi Kaikyo Bridge	Giappone	1998	1991
	Xihoumen Bridge	Cina	2009	1650
	Great Belt Bridge	Danimarca	1998	1624
	Yi Sun-sin Bridge	Sud Corea	2012	1545
	Runyang Bridge	Cina	2005	1490

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_suspension_bridge_spans

Ponti

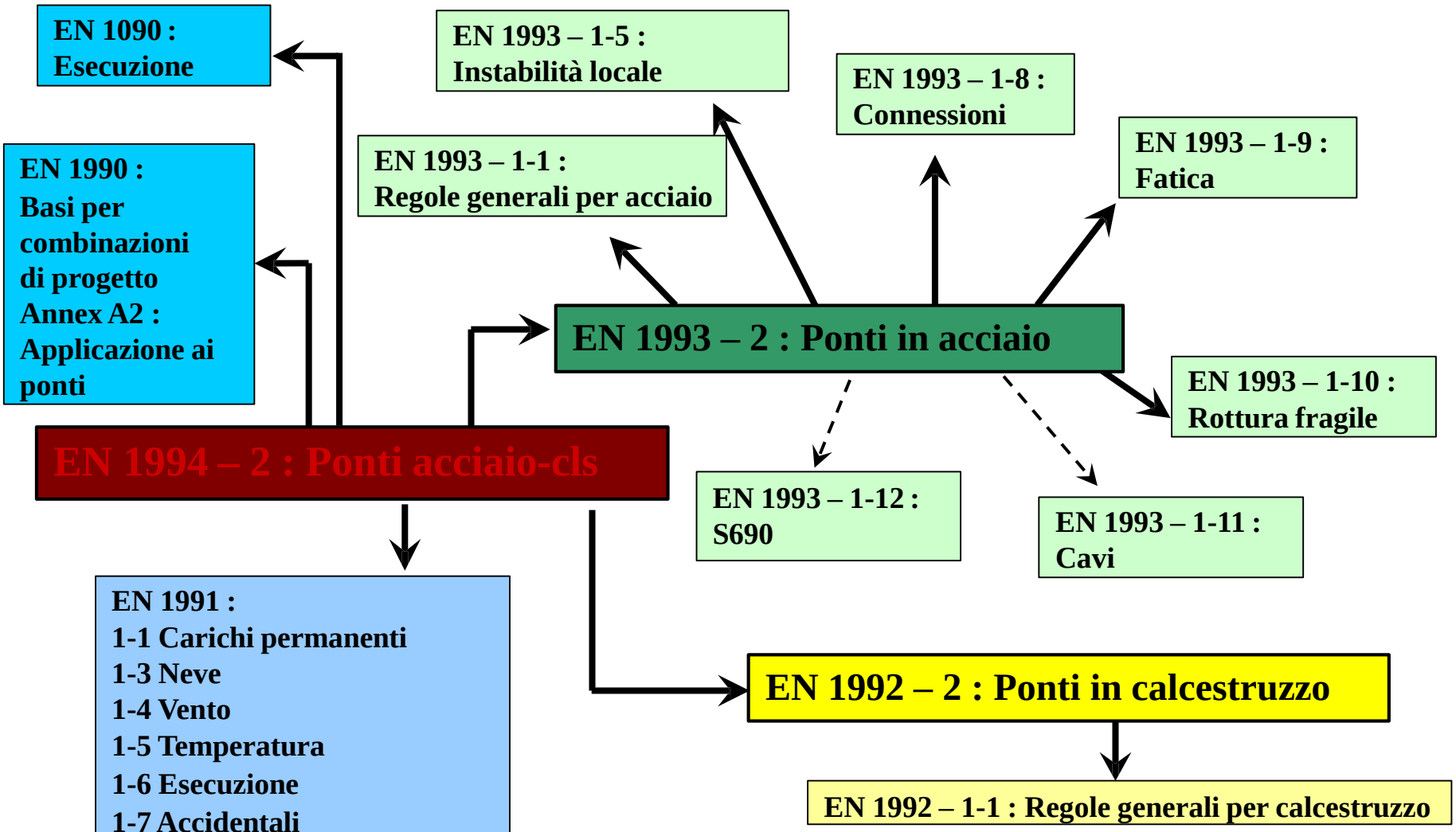
Lunghezza massima dei ponti

Tipologia	Ponte	Nazione	Anno	Campata principale (m)
Ponte sospeso	Akashi Kaikyo Bridge	Giappone	1998	1991
Ponte strallato	Russky Bridge	Russia	2012	1104
Ponte a trave	Shanghai Yangtze River Bridge	Cina	2009	730
Ponte ad arco (acciaio)	Chaotianmen Bridge	Cina	2008	552
Ponte ad arco (calcestruzzo)	Wanxian Bridge	Cina	1997	425
Ponte ad arco (pietra)	Longmen Bridge	Cina	1961	90
Ponte reticolare (cantilever)	Quebec Bridge	Canada	1919	549
Ponte reticolare (continuo)	Ikitsuki Bridge	Giappone	1991	400
Ponte a telaio	Grand Canal Bridge a La Havre	Francia	1994	275

tratto da: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_bridges_in_the_world

NORMATIVA EUROPEA SUI PONTI

Normativa Europea



Principali riferimenti

- Leonardo Fernandez Troyano.
  Bridge Engineering: A Global Perspective Hardcover. 2003, Thomas Telford
  ISBN-13: 978-07-2773-215-6

  Oppure :
  Leonardo Fernandez Troyano.
  Terra sull'acqua: atlante storico universale dei ponti. 2006, Dario Flaccovio Editore.
  ISBN-13: 978-88-7758-715-2

FINE