Lezione

PONTI E GRANDI STRUTTURE

Prof. Pier Paolo Rossi
Università degli Studi di Catania

Ponti

Definizioni

«Il ponte è una fabbrica di pietra, mattone, cemento, legno o ferro
che si costruisce sopra i fiumi, fossi, e altri ostacoli,
per poterli attraversare» (*Dizionario della Reale Accademia di Spagna*)

EVOLUZIONE STORICA DEI PONTI

Ponti

Modifica della larghezza di strade e ponti

Nel corso della storia
le caratteristiche del ponte sono state modificate
in funzione dei mezzi di trasporto e delle caratteristiche della strada.

Infatti:

- Al tempo dei romani, si viaggiava principalmente a cavallo,
  ma anche con carri a due o quattro ruote.
  La larghezza di strade e i ponti era idonea a tale scopo.
- Nel Medio Evo si viaggiava quasi esclusivamente a cavallo.
  Le strade e i ponti divennero più stretti.
- Nel XVI secolo si iniziò a viaggiare con le carrozze.
  Le strade e i ponti erano con carreggiate migliori e più larghe.
- Nel XIX secolo si ebbe il passaggio ai veicoli a motore.
  Ciò portò ad un ulteriore miglioramento delle caratteristiche
  delle strade e dei ponti.

Ponti

Il rapporto tra strada e ponte

L'immutabilità del fiume e l'evoluzione della strada,
sommati alla crescita delle conoscenze umane, sono gli elementi da porre a fondamento dell'evoluzione dei ponti.

Infatti:

- Ai primordi della storia, di fronte ad un fiume,
  si cercava il posto più conveniente dove costruire il ponte
  e la strada veniva adattata a posteriori.

- Questa impostazione si è andata progressivamente ribaltando
  seguendo lo sviluppo delle tecniche di costruzione dei ponti e l'aumento delle esigenze funzionali della strada.

- Si è arrivati alla situazione attuale per cui si costruisce il ponte sulla base delle condizioni geometriche imposte dal tracciato della strada,
  sempre che la scala degli elementi in oggetto lo consenta.

Ponti

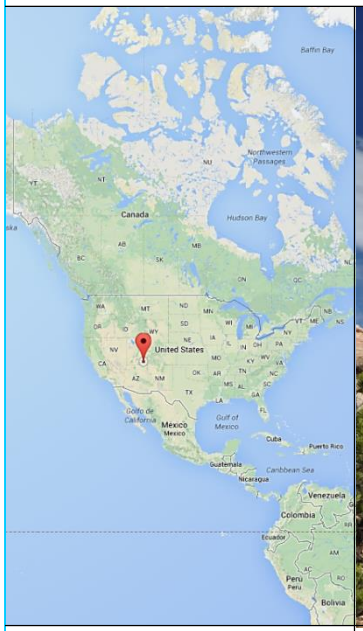
Cenni storici

I ponti subiscono nel tempo un’evoluzione,
via via che i loro materiali, il loro comportamento strutturale,
i processi costruttivi si vanno sempre più perfezionando.

Ponti naturali

Cenni

Ponte naturale Owachomo
Parco Nazionale - Utah (USA)



coordinate

37°36'05.0"N
110°00'49.5"W

Periodo antico (fino a IV sec d.C.)

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

Ponti antichi in legno

Tali ponti sono stati distrutti
da eventi naturali e atti dolosi oppure sono crollati per decadimento naturale delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legno

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

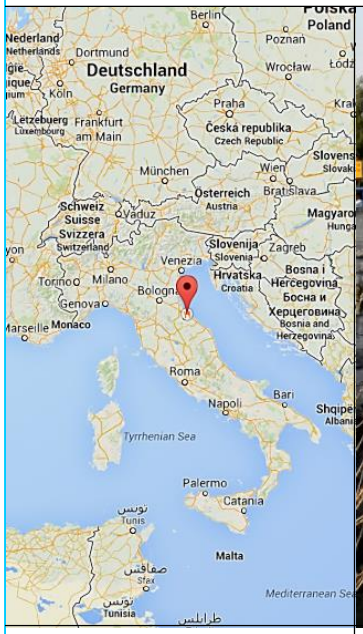
Pont du Gard sul fiume Gardon (Francia)

coordinate			anno
43.9473°N 4.5355°E	Ponte ad arco in pietra calcarea	Lunghezza totale=275 (sup), 242 (int) e 142m (inf) Altezza totale= 48.8 m	I sec a.C.

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

Ponte di Tiberio sul Marecchia a Rimini



coordinate

44.063730, 12.563791

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=62.6 m
Campata maggiore di 10.6 m di luce

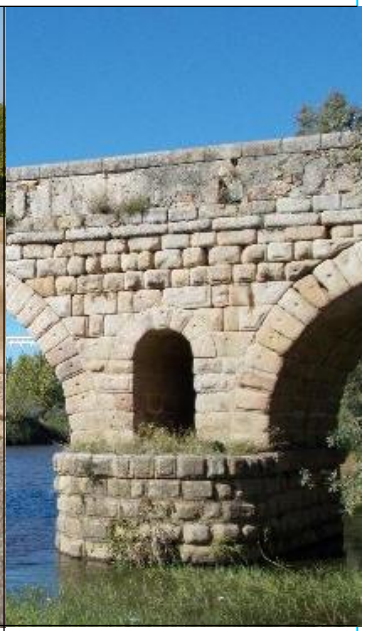
anno

20 d.C.

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

Ponte di Merida sul fiume Guardiana (Spagna)



coordinate
38°54′47″N
6°21′03″W

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=790 m
Campata maggiore di 11.6 m di luce

anno
98-117 d.C.

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

Ponte Bibey sul fiume Bibey a Puebla de Trives (Spagna)

coordinate

42° 19' 59.64" N
7° 12' 53.12" W

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=75 m. Campate 6.09 + 18.51 + 8.77 m
Ampiezza della pila/luce dell'arco=1/4.3
Spessore dei conci/luce dell'arco=1/18

anno

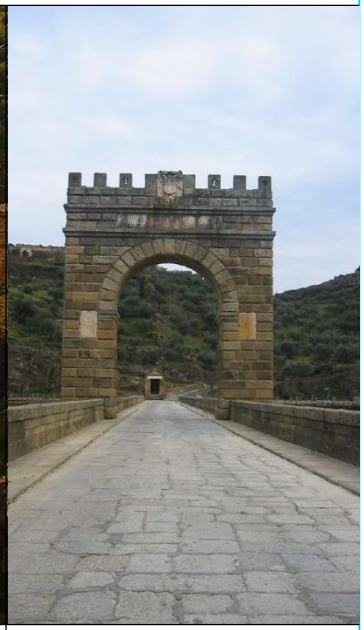
114-119 d.C.

Ponti

Cenni storici (periodo antico)

Ponte di Alcantara sul fiume Tago (Spagna)

(C.J. Lacer)



coordinate
39.8603°N
4.0175°W

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=181.7 m. Archi principali di 28.9 metri di luce.
Ampiezza della pila/luce dell'arco=1/3.3

anno
II sec d.C.

Periodo medievale (V-XV sec d.C.)

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte Maddalena sul fiume Serchio vicino Borgo a Mozzano (Lucca)

coordinate

43° 59′ 08.4″ N
10° 33′ 06.54″ E

Ponte ad arco in pietra

Arco principale di 37.8 metri di luce

anno

1080-1100

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte di Anping sul fiume Luoyang a Quanzhou (Cina)

coordinate		anno
24°42′36″N 118°26′38″E	Ponte a trave in pietra Lunghezza totale di 2070 metri con 331 pile	1151

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte Vecchio sul fiume Arno a Firenze

coordinate

43°46′04.76″N
11°15′11.49″E

Ponte ad arco in pietra

Archi ribassati di 27 - 30 - 27 metri di luce
Ribassamento=1/7

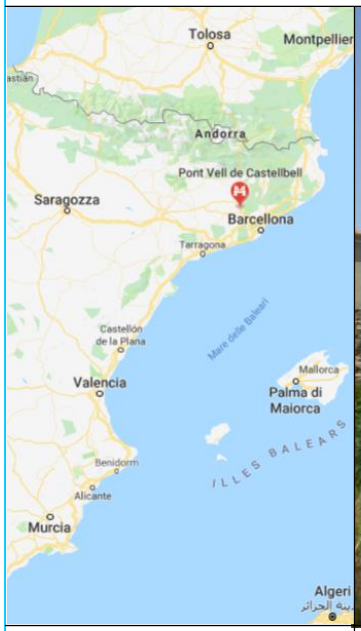
anno

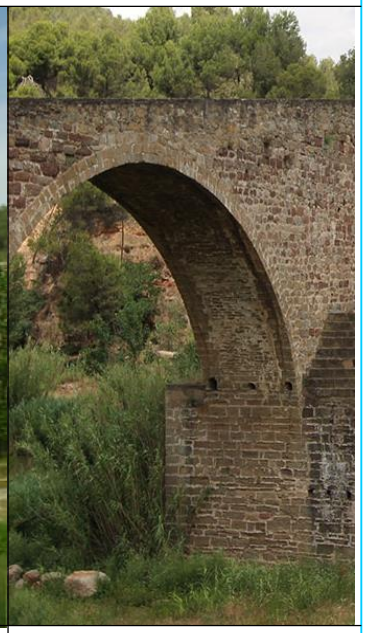
1345

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte Castellbell y el Vilar sul fiume Llobregat (Spagna)





coordinate
41° 38' 25.83" N
1° 51' 23.75" E

Ponte ad arco in pietra

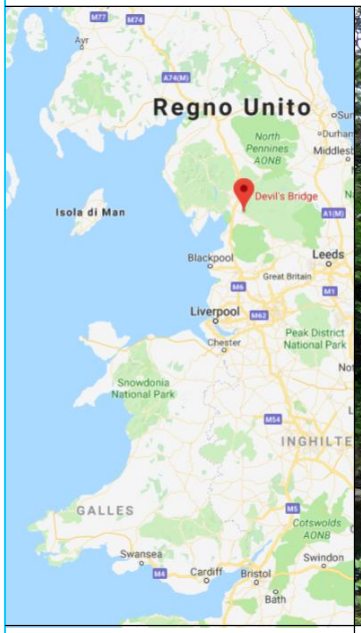
Luce di 30 m

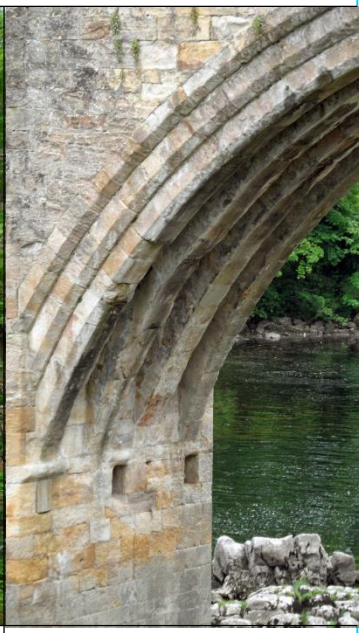
anno
1350

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte del Diavolo sul fiume Lune (Gran Bretagna)



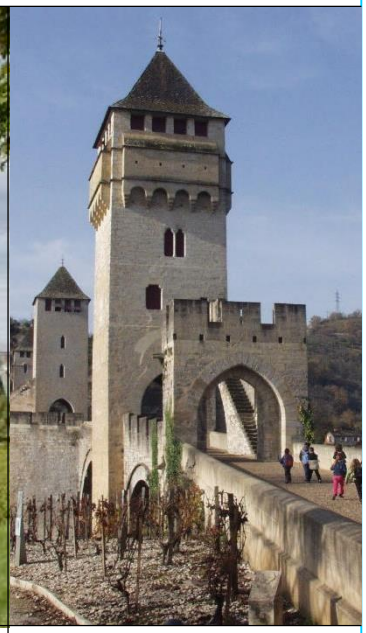


coordinate			anno
54° 11.84' N 002° 35.46’ W	Ponte ad arco in pietra	Luci 16.69 m 16.69 m - 8.8 m	1370

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte Valentré sul fiume Lot a Cahors (Francia)



coordinate
44°26′42.2″N
1°25′54″E

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=138 m
Archi di 16.5 metri di luce

anno
1378

Ponti

Cenni storici (periodo medievale)

Ponte di San Martino sul fiume Tago a Toledo (Spagna)

coordinate

39° 51′ 23.49″ N
4° 02′ 03.4″ W

Ponte ad arco in pietra

Arco principale di 38 metri di luce
Spessore dei conci/luce dell'arco=1/35

anno

XIV secolo

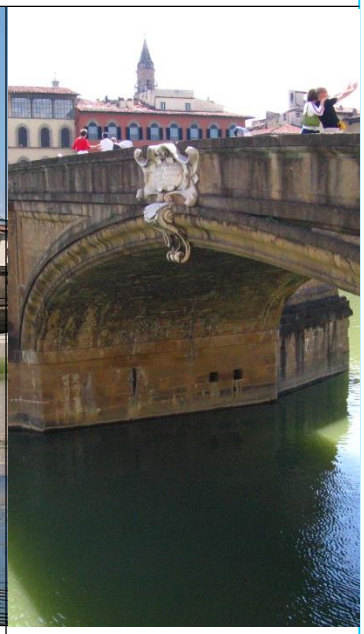
Periodo moderno (XVI-XVIII sec d.C.)

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Ponte della Santa Trinità sul fiume Arno a Firenze

(B. Ammanati)



coordinate

43°46′08.46″N
11°15′01.12″E

Ponte ad arco ellittico in pietra

Arco policentrico ribassato centrale di 29 metri di luce
Ribassamento=1/6

anno

1569

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Ponte di Rialto sul Canal Grande a Venezia

(A. Da Ponte)

coordinate

45°26′17″N
12°20′09″E

Ponte ad arco in pietra

Arco ribassato di 28.8 metri di luce
Ribassamento =1/4

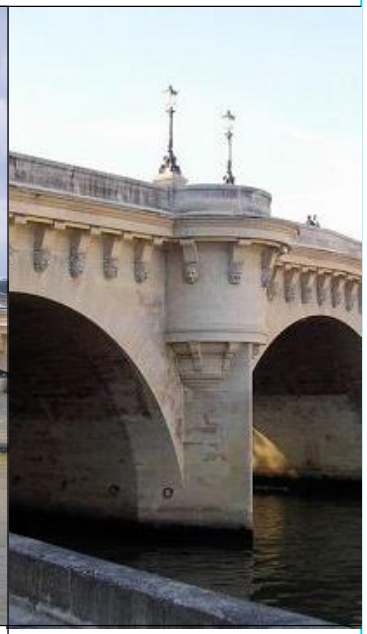
anno

1591

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Pont Neuf sulla Senna, Parigi (Francia)
(B. Du Cerceau e G. Marchand)



coordinate
48°51′28.96″N
2°20′34.9″E

Ponte ad arco in pietra

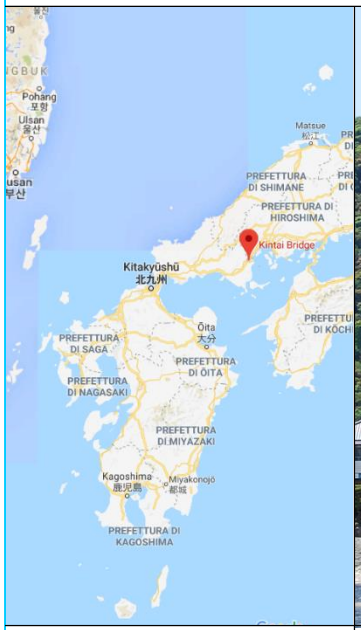
Lunghezza totale=232 m
Arco di 28.8 metri di luce

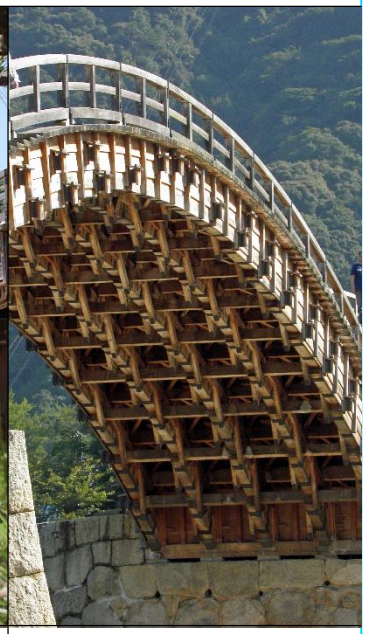
anno
1607

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Il ponte Kintai-Kyo sl fiume Nishiki a Iwanuky (Giappone)





coordinate

34° 10' 3.34" N
132° 10' 42.10" E

Ponte ad arco in pietra e legno

Lunghezza totale=193.3 m
Arco di 35 metri di luce

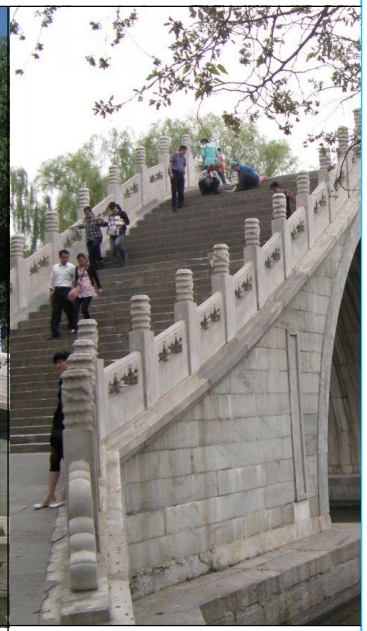
anno

1674

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Ponte del Cinturone di Giada a Pechino sul lago Kunming (Cina)



coordinate

39°58′48.7″N
116°16′25.7″E

Ponte ad arco in marmo e pietra

anno

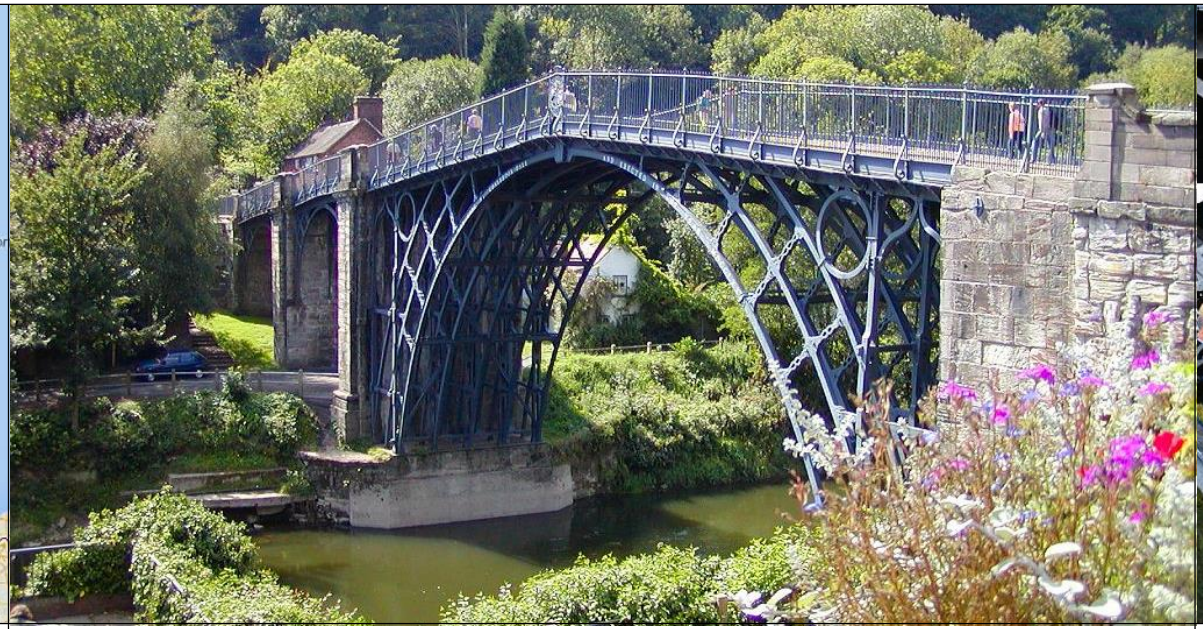
1764

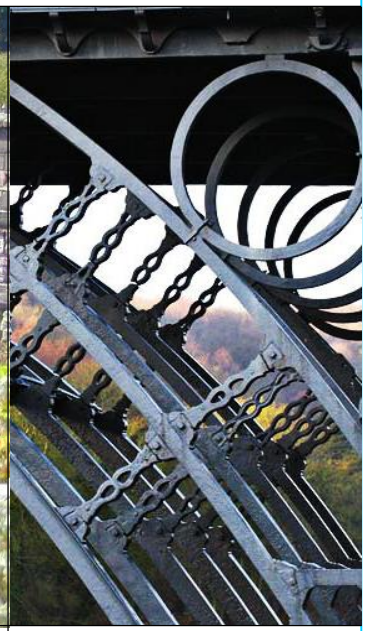
Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Ponte Coalbrookdale sul fiume Severn a Telford (Inghilterra)

(T. Pritchard, A. Darby III e J. Wilkinson)





coordinate		anno
52°37′38.08″N 2°29′07.92″W	Ponte ad arco in ghisa Arco di 30 metri di luce	1779

Ponti

Cenni storici (periodo moderno)

Ponte della Concordia sulla Senna a Parigi (Francia)

(J.R. Perronet)

coordinate

48°51′49″N
2°19′10″E

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale=153 m
Arco ribassato di 31 metri di luce

anno

1791

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte sul fiume Loing a Nemours (Francia)

(J.R. Perronet)

coordinate

48°16′03″N
2°41′49″E

Ponte ad arco in pietra

Arco ribassato di 16.25 metri di luce
Ribassamento=1/15

anno

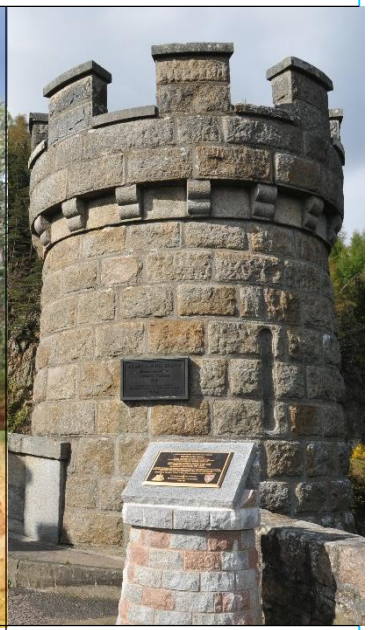
1804

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Craigellachie sul fiume Spey a Craigellachie (Scozia)

(T. Telford)



coordinate

57°29'27.15"N
3°11'37.23"W

Ponte ad arco in ghisa

Arco di 45 metri di luce

anno

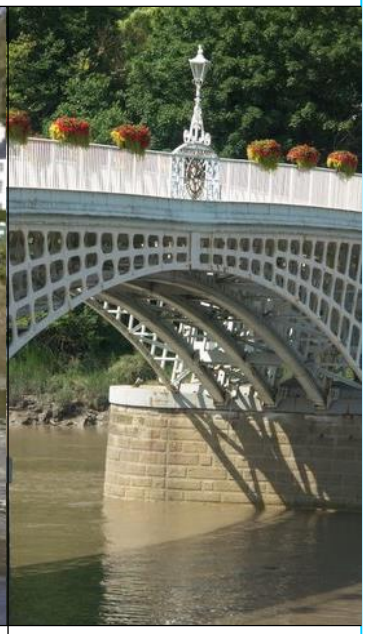
1815

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Chepstow sul fiume Wye (Inghilterra)

(R. Rastrick)



coordinate
51.6456°N
2.6705°W

Ponte ad arco in ghisa

Arco ribassato di 35 metri di luce

anno
1816

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Coalport sul fiume Severn (Inghilterra)

(T. Telford)

coordinate

52° 36.951 N

002° 26.512 W

Ponte ad arco in ghisa

Arco di 31.4 metri di luce

anno

1818

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Union bridge sul fiume Tweed, (confine Inghilterra-Scozia)

(S. Brown e J. Rennie)

coordinate

55°45'9.3"N
2°6'24"W

Ponte sospeso in ferro battuto

Campata di 137 metri di luce

anno

1820

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Over a Gloucester sul fiume Severn (Inghilterra)

(T. Telford)

coordinate

55°45'9.3"N
2°6'24"W

Ponte ad arco in pietra

Campata di 46 metri di luce

anno

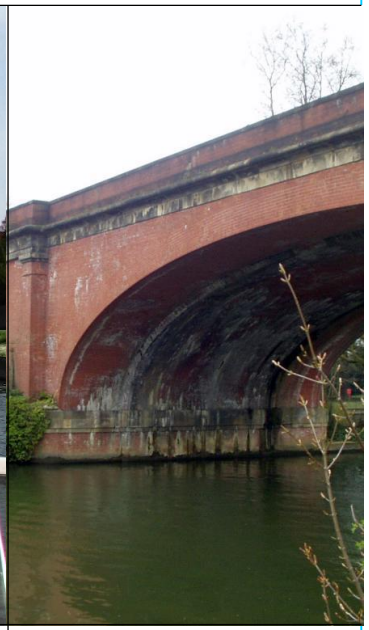
1828

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Maidenhead sul fiume Tamigi (Inghilterra)

(I.K. Brunel)



coordinate
51°30'24"N
0°41'09"W

Ponte ad arco in mattoni

Arco di 39 metri di luce

anno
1838

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Triana sul fiume Guadalquivir, Siviglia (Spagna)

(G. Steinacher, F. Bernadet)

coordinate

37°23'00.89"N

6°00'18.72"W

Ponte ad arco in ghisa

Arco di 46.5 metri di luce

anno

1845

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Newcastle sul fiume Tyne (Inghilterra)

(R. Stephenson)

coordinate

54° 58' 0.87" N

1° 36' 30.52" W

Ponte ad arco in ferro battuto a spinta eliminata

Arco di 38 metri di luce

anno

1849

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Viadotto di Port-Launay sul fiume Aulne, Bretagna (Francia)

(A. Arnoux)

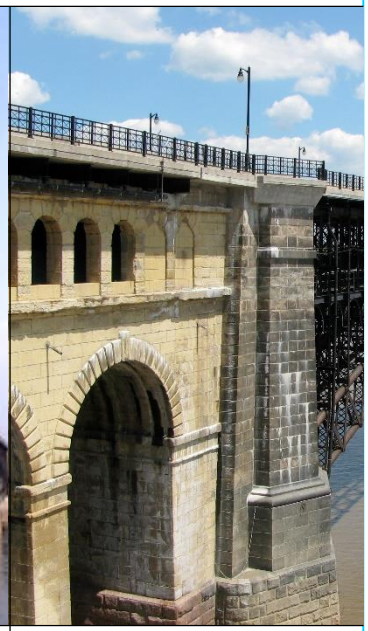
coordinate		anno
48° 12' 52.66" N 4° 5' 22.54" W	Ponte ad arco Arco di 22 metri di luce. Altezza totale 54.7 m	1866

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di St. Luis sul fiume Mississipi, Illinois (USA)

(J. Eads)



coordinate

38°37'41"N

90°10'17"W

Ponte ad arco in acciaio

Lunghezza totale= 1964 m

Campata principale di 157 metri di luce

anno

1874

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Brooklyn sul fiume East River a New York (USA)

(J.A. Roebling)

coordinate
40°37'29"N
73°57'8"W

Ponte sospeso in acciaio e granito

Lunghezza totale=1825 m
Campata principale di 486.3 metri di luce

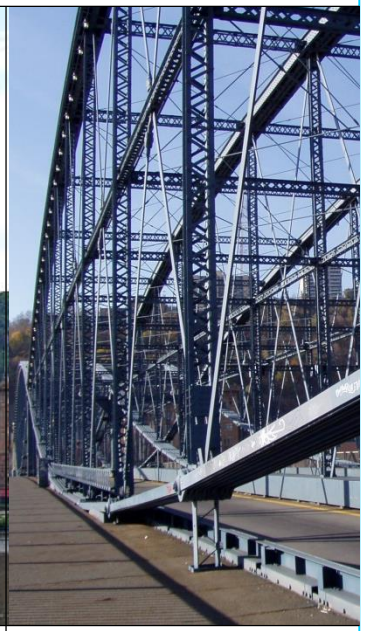
anno
1883

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte della strada Smithfield a Pittsburg sul fiume Monongahela (USA)

(G. Lindenthal)



coordinate

40° 26' 6.00" N

80° 0' 7.00" W

Ponte ad arco struttura lenticolare

Campata principale di 109 metri di luce

anno

1883

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Garabit sul fiume Truyère a Ruynes-en-Margeride (Francia)

(G. Eiffel, L. Boyer e M. Koechlin)

coordinate
44°58'31"N
3°10'39"E

Ponte ad arco a due cerniere in ferro battuto

Lunghezza totale=565 m
Campata di 165 metri di luce

anno
1884

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte del Firth of Forth (Scozia)

(J. Fowler e B. Baker)

coordinate
56°00'01.52"N
3°23'19.41"W

Ponte a mensola in acciaio

Lunghezza totale=2528.7 m
Campata principale di 520 metri di luce

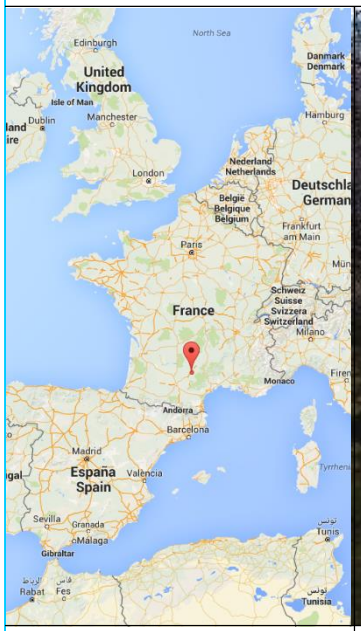
anno
1890

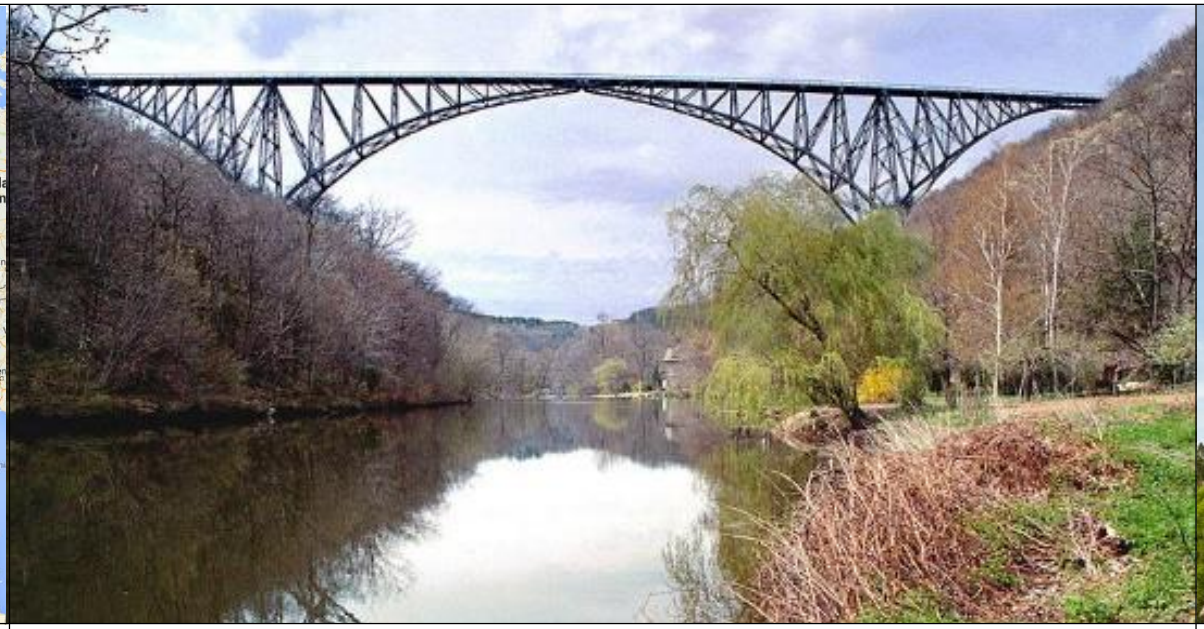
Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Tanus sul fiume Viaur (Francia)

(P.Bodin)





coordinate

44° 7' 24.26" N

2° 19' 52.32" E

Ponte ad arco a tre cerniere in acciaio

Lunghezza totale=410 m

Campata principale di 220 metri di luce

anno

1902

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte della Mulatière sul fiume Saône a Lione (Francia)

(M. Koechlin)

coordinate

45°44'N

4°48'E

Ponte a struttura reticolare in acciaio

anno

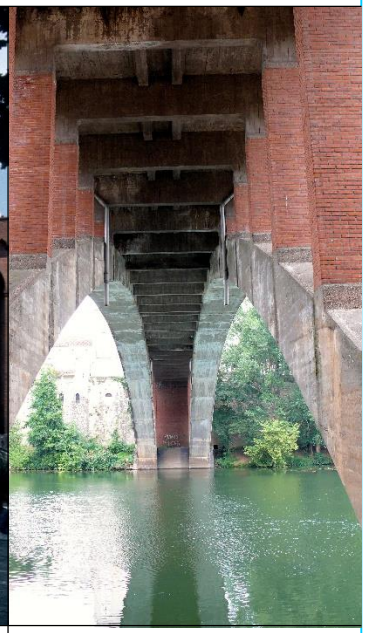
1914

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Pont de la Libération sul fiume Lot a Villeneuve-sur-Lot (Francia)

(E. Freyssinet)



coordinate

44.404907, 0.705714

Ponte ad arco in calcestruzzo non armato

Lunghezza totale=100.03 m

Campata principale di 96.25 metri di luce

anno

1919

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Plougastel sul fiume Elorn presso Brest (Francia)

(E. Freyssinet)

coordinate
48°23'14"N
4°23'59"W

Ponte ad arco in calcestruzzo armato

Lunghezza totale=888 m
Campata principale di 188 metri di luce

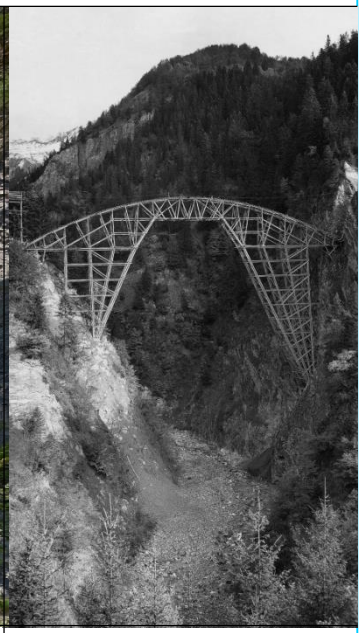
anno
1930

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Salgina-Tobel (Svizzera)

(R. Maillart)



coordinate
46°58'54.55"N
9°43'3.81"E

Ponte ad arco in calcestruzzo armato

Lunghezza totale=133 m
Campata di 90 metri di luce

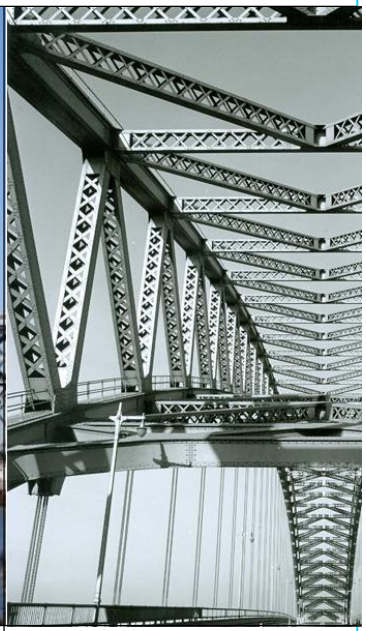
anno
1930

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Bayona sul Kill van Kull a New York (USA)

(O. Ammann)



coordinate

40°39'45"N

74°06'37"W

Ponte ad arco in acciaio

Lunghezza totale=1762 m

Campata arco di 510.54 metri di luce

anno

1931

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Sydney Harbour Bridge nella baia di Sidney (Australia)
(Dorman Long and Co Ltd)

coordinate
33°51'08"S
151°12'38"E

Ponte ad arco in acciaio

Lunghezza totale=1149 m
Campata arco di 503 metri di luce

anno
1932

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Golden Gate nella baia di San Francisco (USA)

(J.B. Strauss, I. Morrow, C. Ellis)

coordinate

37°49'03"N
122°28'42"W

Ponte sospeso con impalcato in acciaio

Lunghezza totale=2737.4 m
Campata di 1280.2 metri di luce

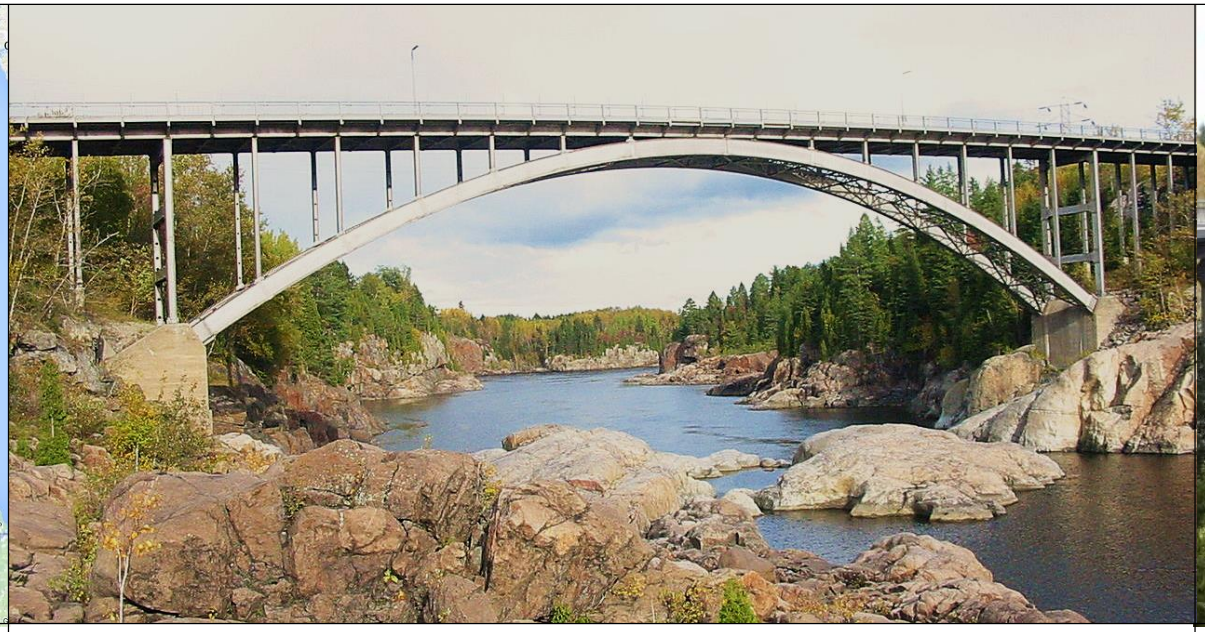
anno

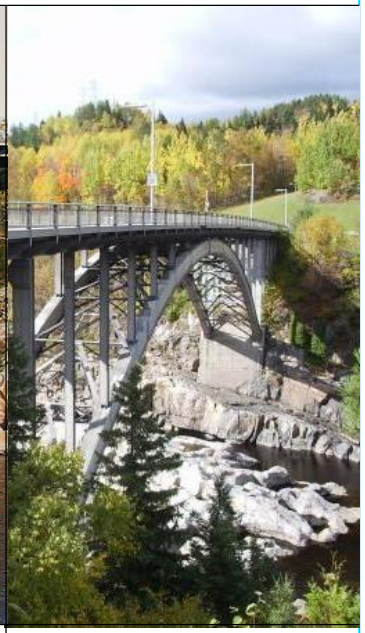
1937

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Arvida sul fiume Saguenay (Canada)





coordinate

48° 26' 0" N
71° 11' 0" W

Ponte ad arco in alluminio

Lunghezza totale=153 m
Campata principale di 91.5 metri di luce

anno

1950

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte della solidarietà a Duisburg (Germania)

coordinate		anno
51° 24' 54.77" N 6° 44' 20.15" E	Ponte ad arco a via inferiore in acciaio	Campata principale di 255 metri di luce	1950

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Strömsund (Svezia)

(F. Dischinger)

coordinate

63.849950, 15.546796

Ponte strallato

Lunghezza totale=332 m

Campata principale di 182 metri di luce

anno

1955

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Fehmarnsund (Germania)

(T. Jahnke, P. Stein, G. Lohmer)

coordinate
54° 23' 47.21" N
11° 6' 32.52" E

Ponte ad arco a via inferiore

Campata principale di 248 metri di luce

anno
1963

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Bendorf sul fiume Reno, (Germania)

(U. Finsterwalder)

coordinate
50° 25 ' N
7° 34 O

Ponte a trave

Campata principale di 204 metri di luce

anno
1964

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Verrazano-Narrows a New York (USA)

(O. Ammann)

coordinate

40°36'23"N
74°02'44"W

Ponte sospeso con impalcato in acciaio

Lunghezza totale=4176 m
Campata di 1298 metri di luce

anno

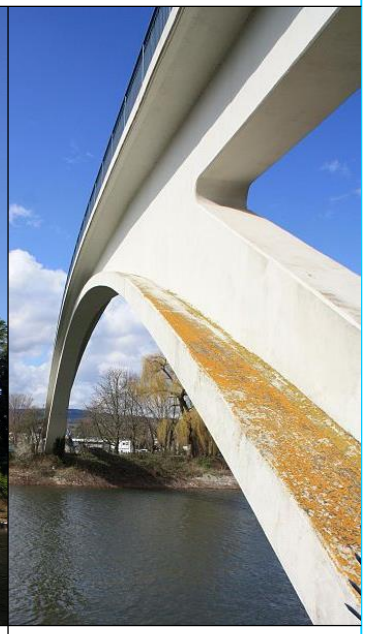
1964

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Passerella Dyckerhoff a Wiesbaden-Schierstein (Germania)

(U. Finsterwalder e G. Lohmer)



coordinate

50°2'12"N

8°12'44"E

Ponte ad arco in calcestruzzo alleggerito

Campata di 96 metri di luce

anno

1967

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Brotonne sulla Senna a Caudebec-en-Caux (Francia)

coordinate
49°31'14"N
0°44'50"E

Ponte strallato con impalcato in calcestruzzo armato precompresso

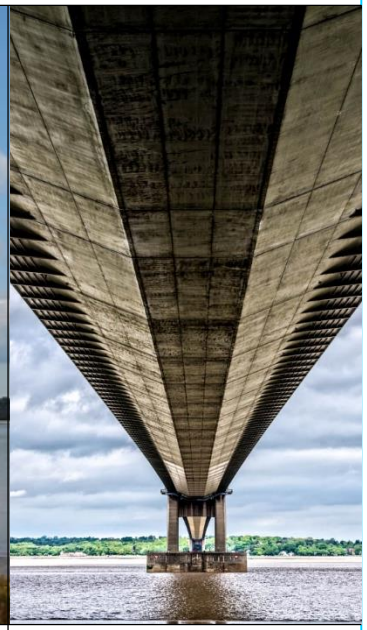
Lunghezza totale=1278 m
Campata principale di 320 metri di luce

anno
1977

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Humber sul fiume Humber presso Hessle (Inghilterra)



coordinate
53°42'23"N
0°27'01"W

Ponte sospeso con impalcato in acciaio

Lunghezza totale=2220 m
Campata principale di 1410 metri di luce

anno
1981

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte dell'Accademia sul Canal Grande a Venezia

coordinate
45°25'53.92"N
12°19'44.3"E

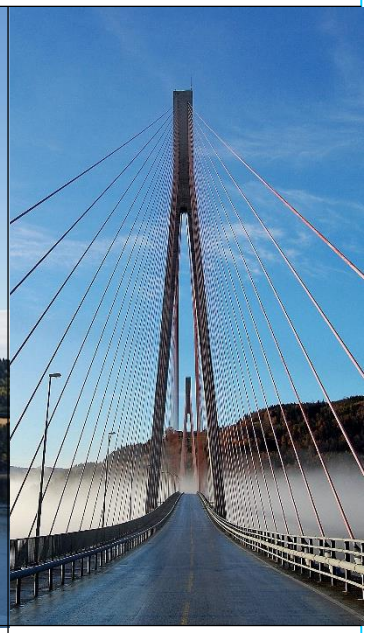
anno
1985

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Skarnsund sul canale marino Skarnsundet (Norvegia)

(S. Hovland, T. Isaksen e C. Hansvold)



coordinate

63°50'35.42"N
11°4'31.54"E

Ponte strallato con impalcato in calcestruzzo armato

Lunghezza totale=1010 m
Campata principale di 530 metri di luce

anno

1991

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Alamillo sul fiume Guadalquivir a Siviglia (Spagna)

(S. Calatrava)

coordinate

37°24'48"N

5°59'25"W

Ponte strallato con impalcato in calcestruzzo armato

Lunghezza totale=250 m

Campata principale di 200 metri di luce

anno

1992

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Normandia sul fiume Senna (Francia)

(M. Virlogeux)

coordinate

49°25'54.84"N

0°16'29.28"E

Ponte strallato con impalcato in calcestruzzo armato precompresso e acciaio

Lunghezza totale=2143.2 m

Campata principale di 856 metri di luce

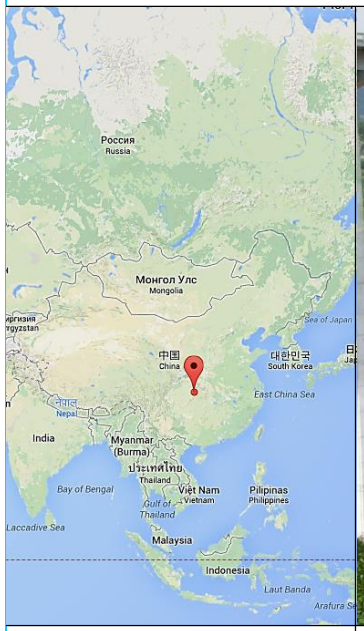
anno

1995

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Wanxian sul fiume Yangtze a Wanzhou (Cina)



coordinate
30°45'35"N
108°25'09"E

Ponte ad arco in calcestruzzo armato

Lunghezza totale=864 m
Campata arco di 420 metri di luce

anno
1997

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte della Fiberline a Kolding (Danimarca)

coordinate
55°29'25" N
9°28'19" E

Ponte strallato con impalcato in materiale composito

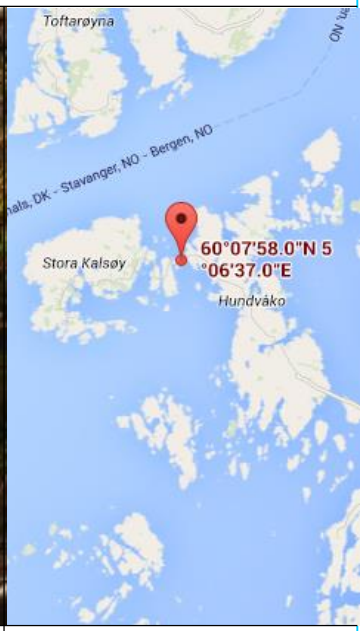
Lunghezza totale=40 m

anno
1997

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte di Stolma sullo stretto Stomen ad Austevoll (Norvegia)



coordinate
60°7'58"N
5°6'37"E

Ponte a mensola
in calcestruzzo armato precompresso alleggerito

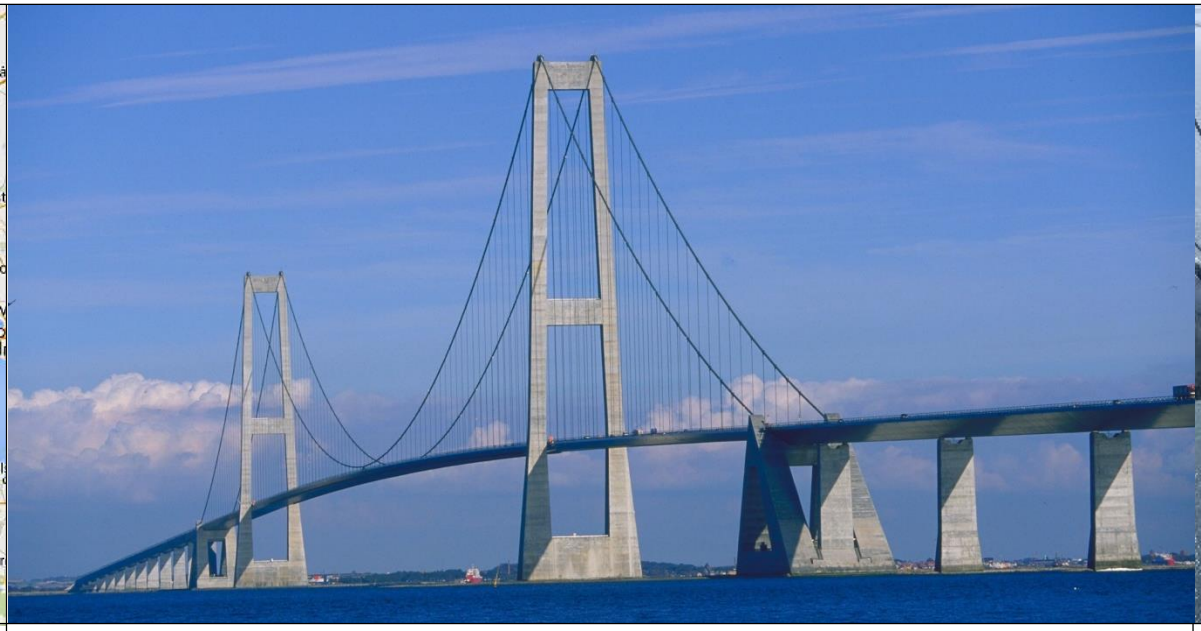
Lunghezza totale=467 m
Campata principale di 301 metri di luce

anno
1998

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Storebaelt tra le isole Zelanda e Sprogø (Danimarca)



coordinate
55°20'N
10°58'E

Ponte sospeso con impalcato in acciaio

Lunghezza totale=6790 m
Campata principale di 1624 metri di luce

anno
1998

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Akashi Kaikyo sullo stretto di Akashi vicino Kobe (Giappone)

coordinate
34°36'59"N
135°01'13"E

Ponte sospeso con impalcato in acciaio

Lunghezza totale=3911 m
Campata principale di 1990 metri di luce

anno
1998

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Tatara sul mare di Seto Inland vicino Hiroshima (Giappone)

coordinate
34°15'34.1"N
133°3'41.5"E

Ponte strallato con impalcato in acciaio

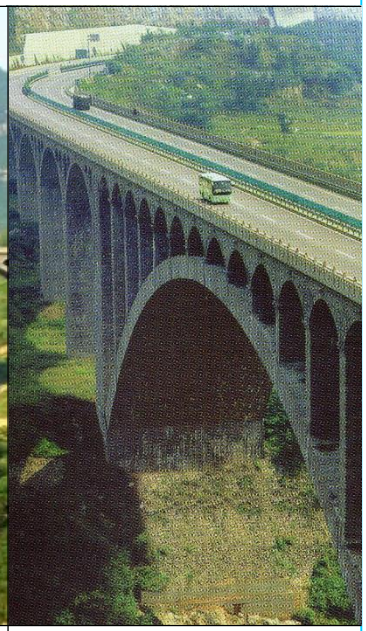
Lunghezza totale=1480 m
Campata principale di 890 metri di luce

anno
1999

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Danhe presso Jincheng, Shanxi, (Cina)



coordinate
35° 28' 16" N
112° 59' 42" E

Ponte ad arco in pietra

Lunghezza totale= 413.7 m
Campata principale di 146 metri di luce

anno
2000

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte Samuel Beckett sul fiume Liffey a Dublino (Irlanda)

(S. Calatrava)

coordinate
53°20'49"N
6°14'29"W

Ponte strallato con impalcato in acciaio

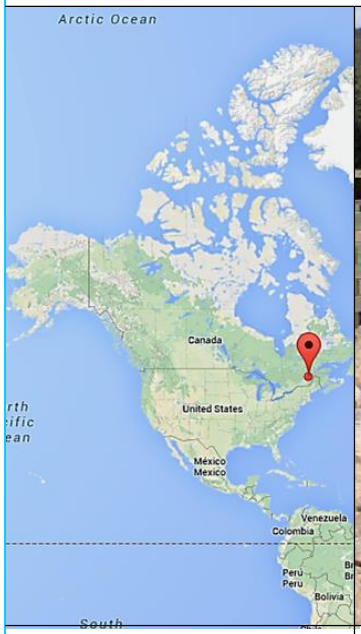
Lunghezza totale= 120 m
Campata unica di 48 metri di luce

anno
2009

Ponti

Cenni storici (periodo contemporaneo)

Ponte sul fiume Montmorency, Quebec (Canada)



coordinate
47° 15' 32.71" N
71° 08' 12.27" W

Ponte ad arco in legno lamellare

Lunghezza totale= 44 m
Campata unica di 33 metri di luce

anno
2012

CROLLI

Ponti
Cause di crolli

Le cause che producono danni o crolli nei ponti sono:

- NATURALI
  - piene di fiumi
  - tormente di vento
  - terremoti
- ARTIFICIALI
  - incendi ed esplosioni
  - guerre
  - collisioni con mezzi di trasporto
  - errori di progettazione

Ponti

Cause di crolli per piene

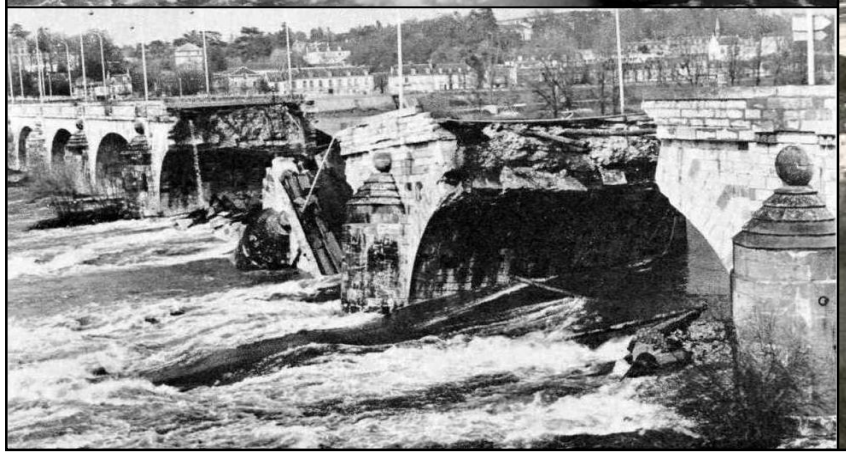
Le cause che producono danni o crolli nei ponti per piene sono:

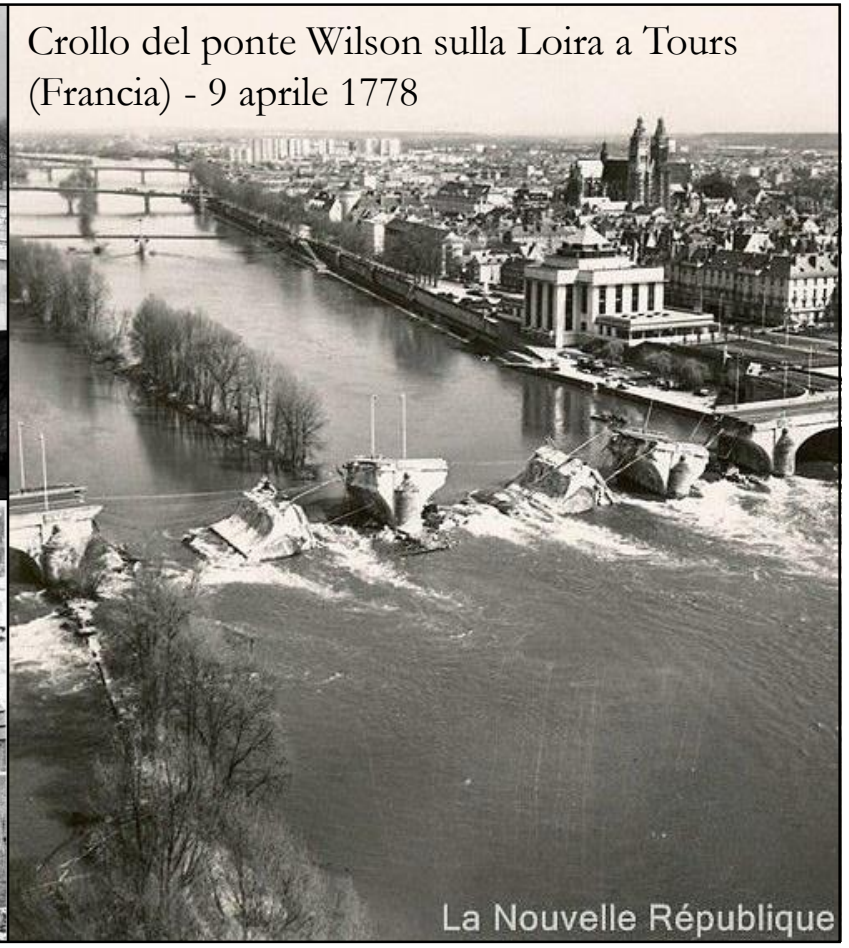
- Mancanza di dati idrogeologici
  sui quali basare le stime delle intensità delle alluvioni
- Conoscenza non sufficiente circa i flussi idraulici in fiumi alluvionali
- Mancanza di metodi affidabili
  per stimare lo scalzamento alle pile dei ponti
- Incapacità di predire l'occorrenza di impatti
  e l'accumulo di detriti contro la strutture dei ponti

R. Gourlay "Man who overlook water under bridge will find bridge under water."

Ponti

Crolli per piene di fiumi





Ponti

Crolli per tormente di vento

Ponti

Crolli per terremoti

Crollo della Hanshin Expressway a Kobe
17 gennaio 1995

Ponti

Crolli per terremoti

Ponti

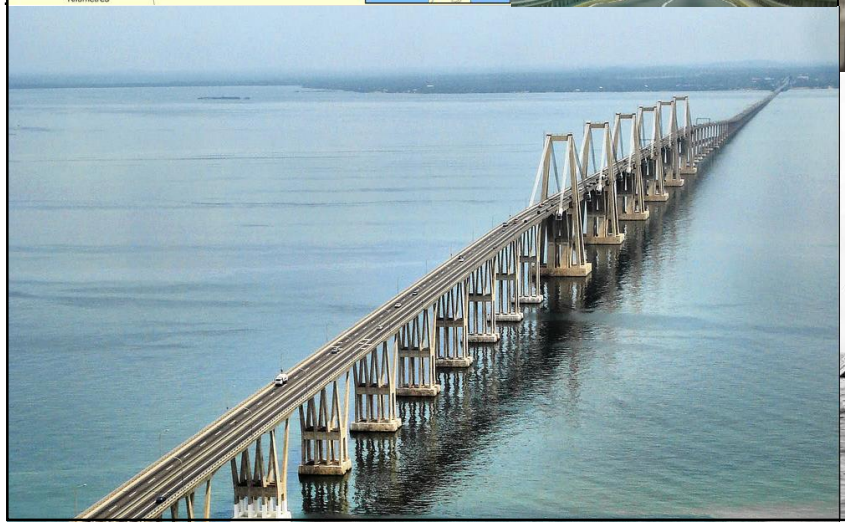
Crolli per collisioni con navi

Le cause delle collisioni di navi sono:

- Problema tecnico come la rottura del timone
- Condizioni atmosferiche
- Errore umano come incomprensione tra marinai, incompetenza, alcool

Ponti

Crolli per collisioni con navi



Ponti

Crolli per impatti da traffico

Le collisioni da traffico sono divise nelle seguenti categorie:

- Collisioni con sovrastrutture del ponte
  causate da veicoli alti o carichi
- Collisioni con pile del ponte
  causate da treni deragliati o veicoli da strada

Ponti

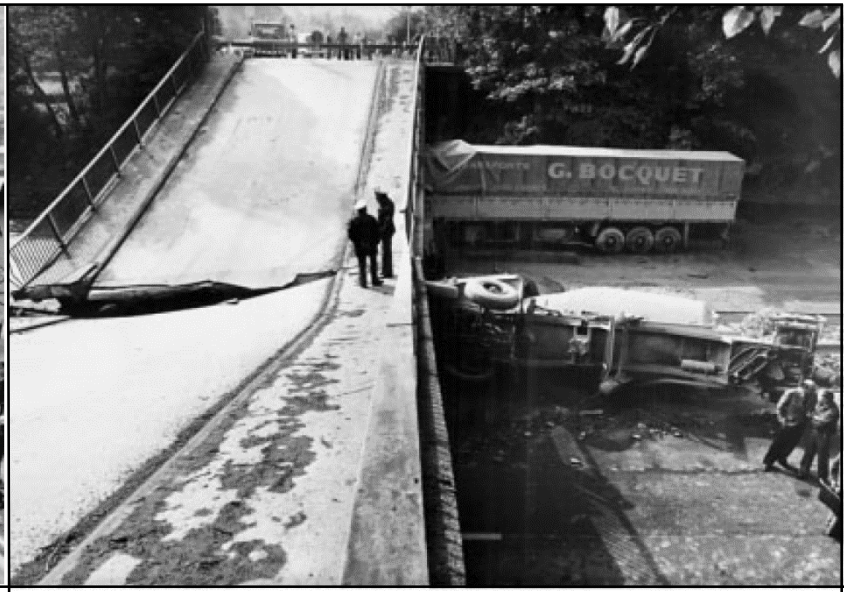
Crolli per impatti di treni deragliati con pile

Collasso di un ponte stradale sui binari dopo il deragliamento di un treno vicino alla stazione di Granville presso Sidney. 1977

Ponti

Crolli per impatti di veicoli stradali con pile

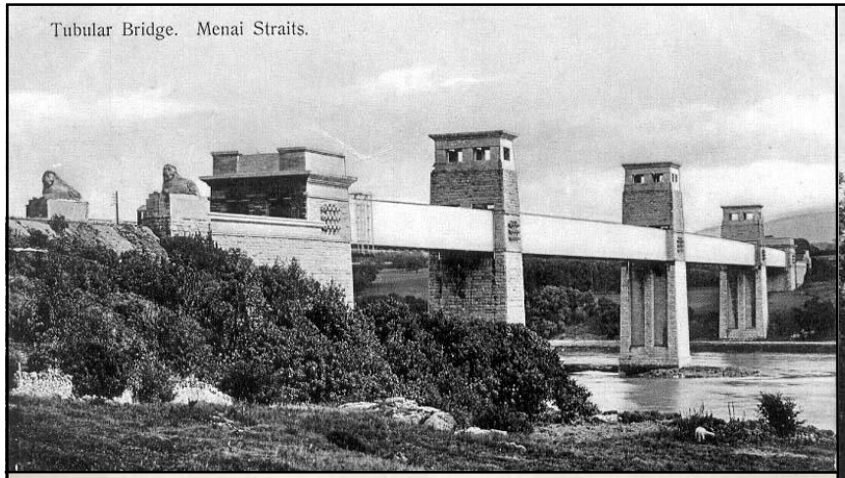
Collasso di un ponte stradale a Monaco.
1981

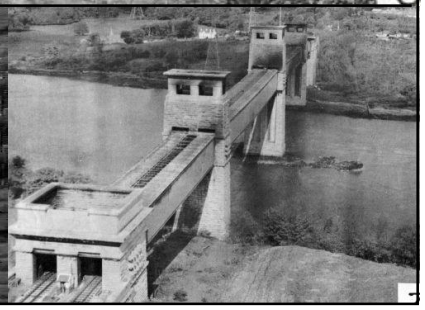


Collasso di un ponte stradale vicino Dortmund.
1979

Ponti

Crolli per incendi e esplosioni





Ponti

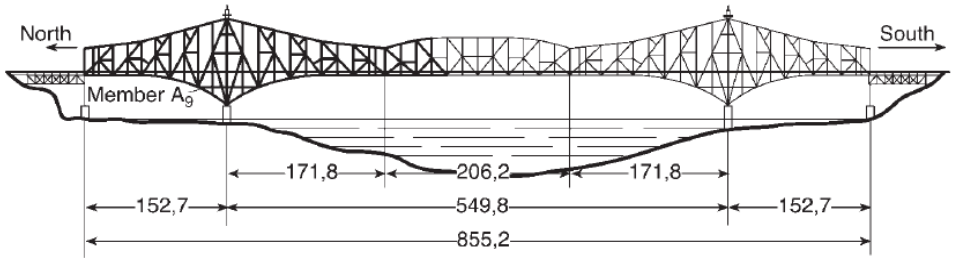
Crolli per errore umano

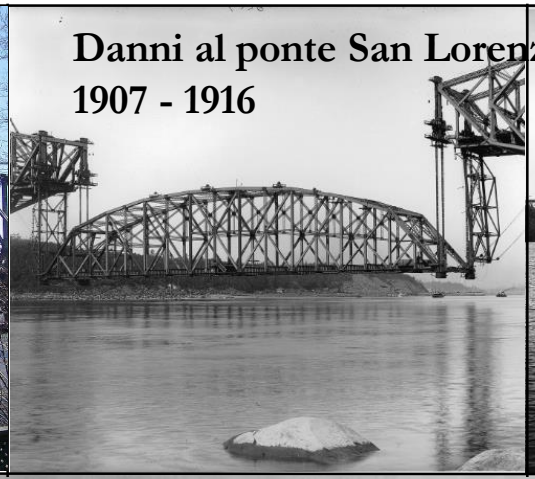
I crolli per errore umano sono dovuti alle seguenti cause:

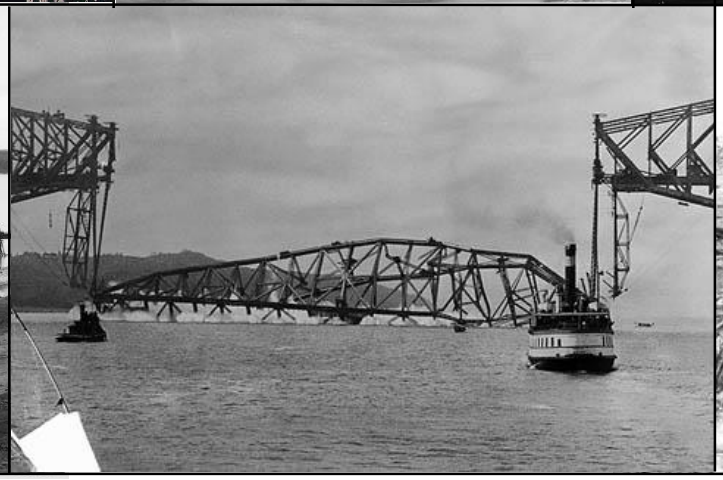
- Sovraccarico non previsto
- Sottostima degli effetti da carico da vento
- Difetti in progetto, analisi strutturale, costruzione
- Fenomeno non riconosciuto o sconosciuto
- Rischio non riconosciuto
- Instabilità trascurata o non riconosciuta
- Irresponsabilità durante la costruzione
- Difetti di materiale
- Rottura di una macchina di costruzione

Ponti

Crolli per errore umano



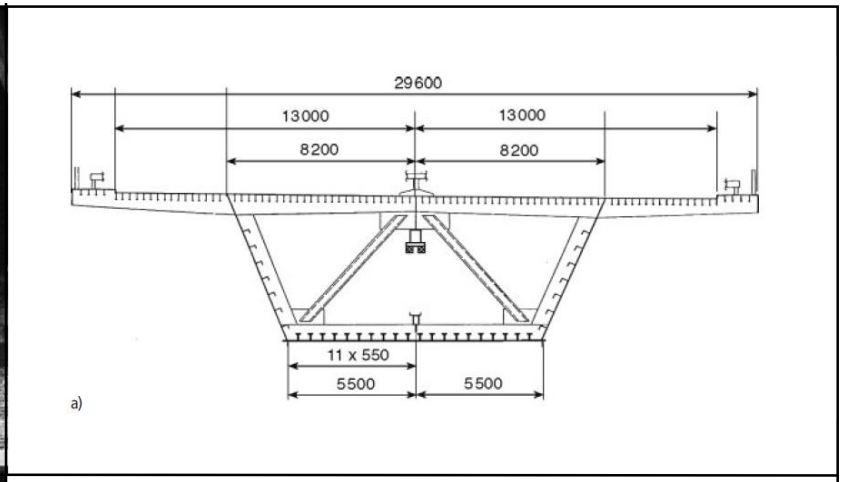


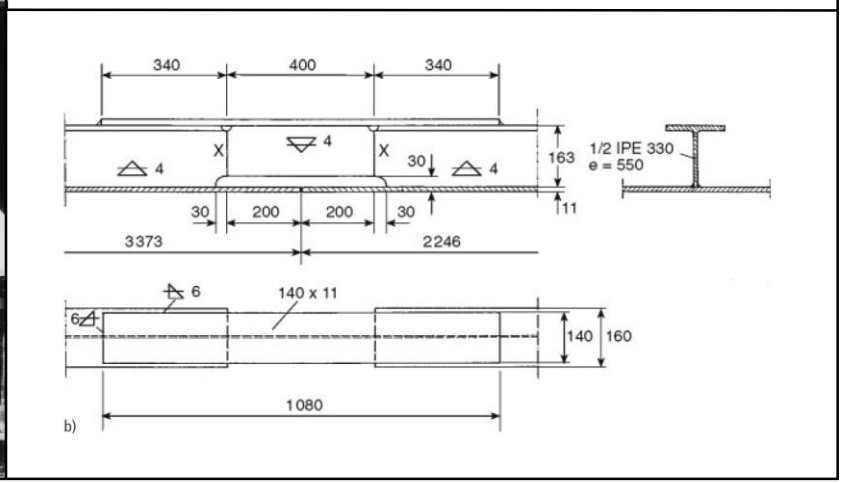


Ponti

Crolli per errore umano

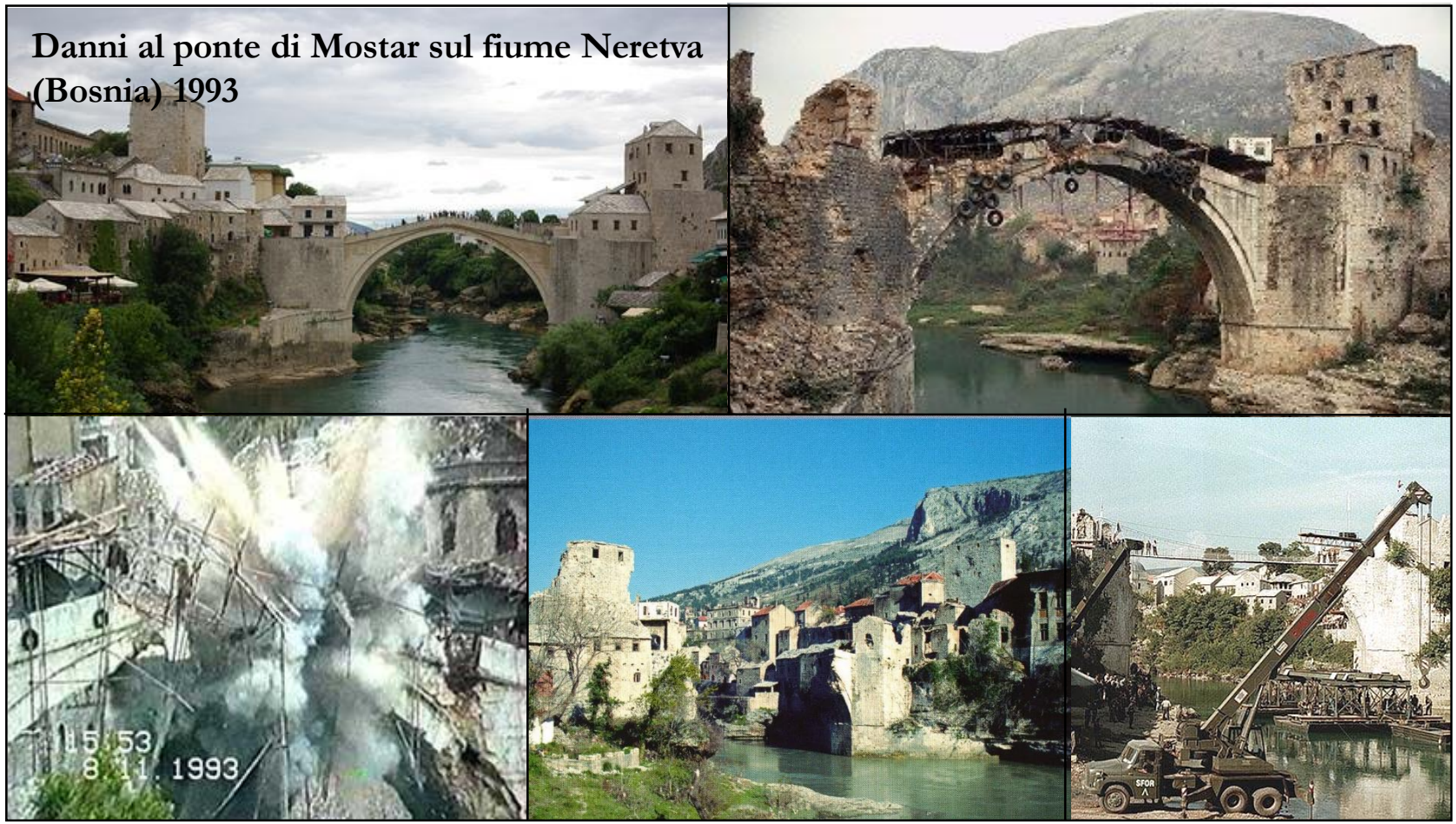
Collasso del ponte Rhine, Koblenz, 1971





Ponti

Crolli per guerre



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

- Joachim Scheer.
  Failed Bridges: Case Studies, Causes and Consequences. 2010, Ernst & Sohn.
  ISBN: 978-3-433-02951-0

FINE