

I PONTI

DEFINIZIONE GENERALE

Il ponte è un'opera d'arte atta a mantenere la continuità di un percorso viario in presenza di un avvallamento naturale o artificiale del terreno.



CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

IN FUNZIONE DELL'OSTACOLO DA SUPERARE

- **PONTE:** si sviluppa sopra un corso d'acqua.
- **VIADOTTO:** in presenza di vallate o gole montagnose.
- **SOPRAELEVATA:** come i viadotti ma realizzati nei centri urbani come strada a scorrimento veloce
- **CAVALCAVIA:** attraversa a quota superiore una strada d'importanza secondaria

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

IN FUNZIONE DELLA DESTINAZIONE

- **PONTE STRADALE:** adibito al traffico veicolare
- **PONTE FERROVIARIO:** adibito al traffico ferroviario
- **PONTE MISTO:** adibito al traffico promiscuo stradale e ferroviario
- **PONTE CANALE:** permettono il trasporto di un liquido
- **PASSERELLA PEDONALE:** adibito al solo traffico pedonale

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

IN FUNZIONE DEL MATERIALE UTILIZZATO

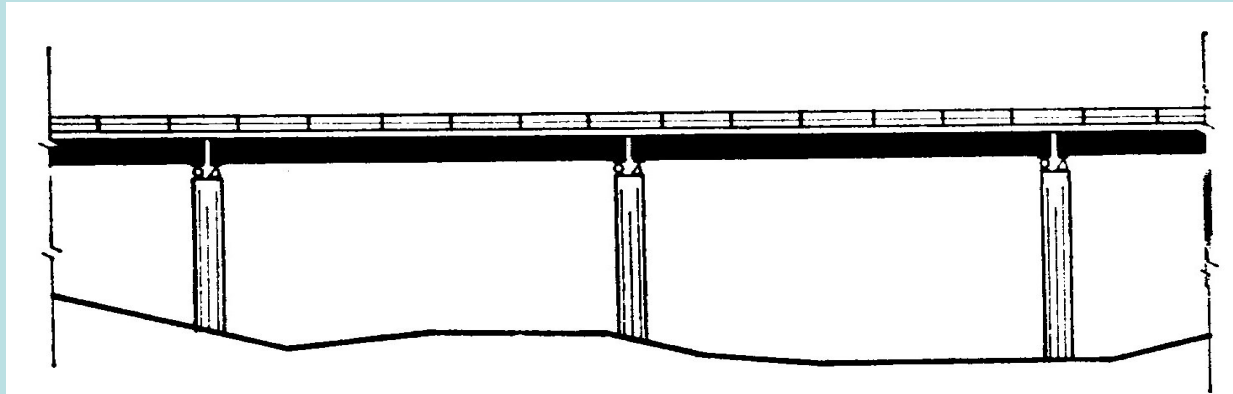
- **PONTE IN MURATURA:** realizzato in pietrame o mattoni
- **PONTE IN LEGNO**
- **PONTE IN ACCIAIO**
- **PONTE IN CEMENTO ARMATO**

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

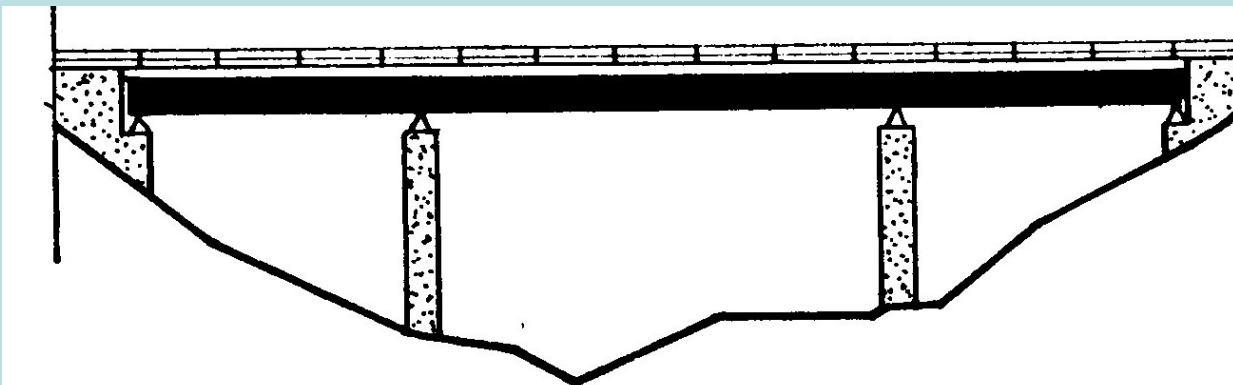
IN FUNZIONE DELLO SCHEMA STATICO

- ponti a travata
- ponti ad arco
- ponti a telaio
- ponti collaboranti arco-trave
- ponti strallati
- ponti sospesi

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI A TRAVATA



TRAVATE SEMLICEMENTE APPOGGIATE



TRAVATE CONTINUE

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTE A TRAVATA CONTINUA

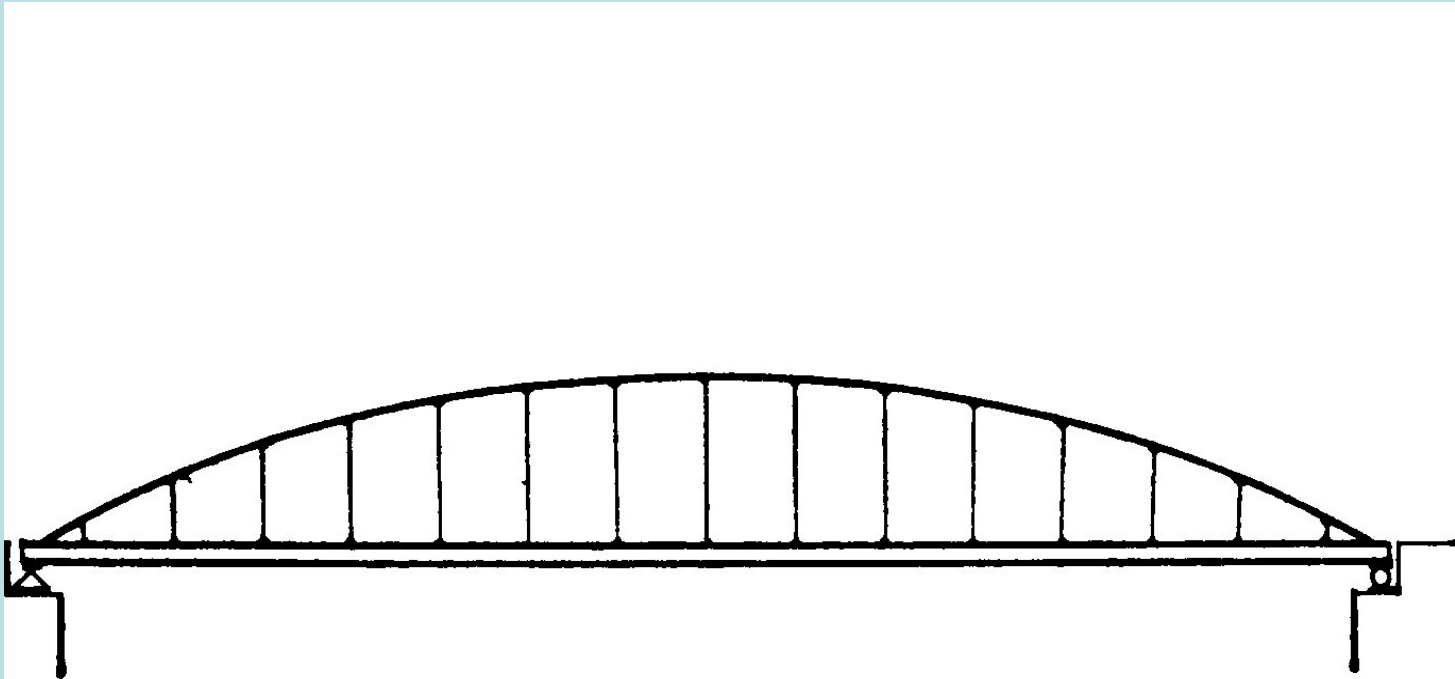
Aramon Bridge

Ponte stradale a travata in cls precompresso a 6 campate



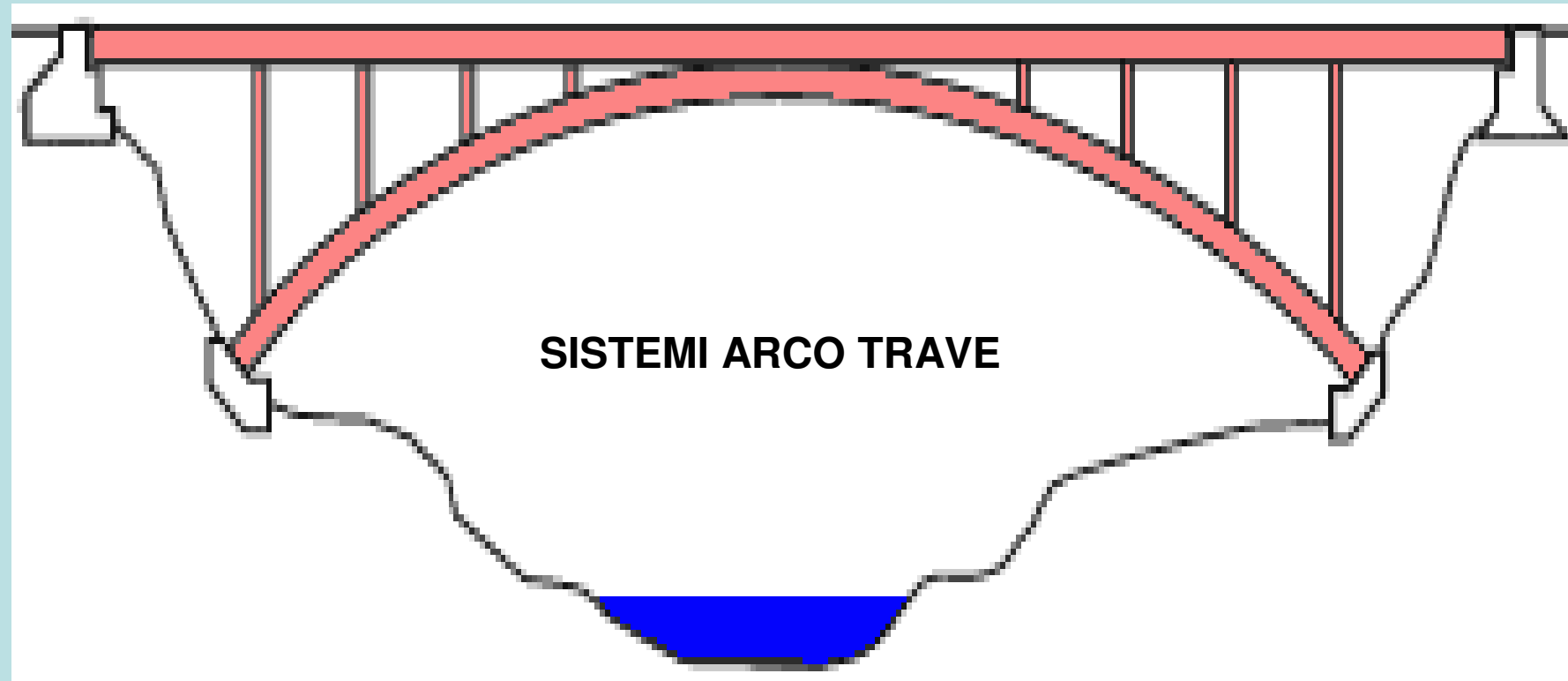
LUCE 210 m

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI AD ARCO



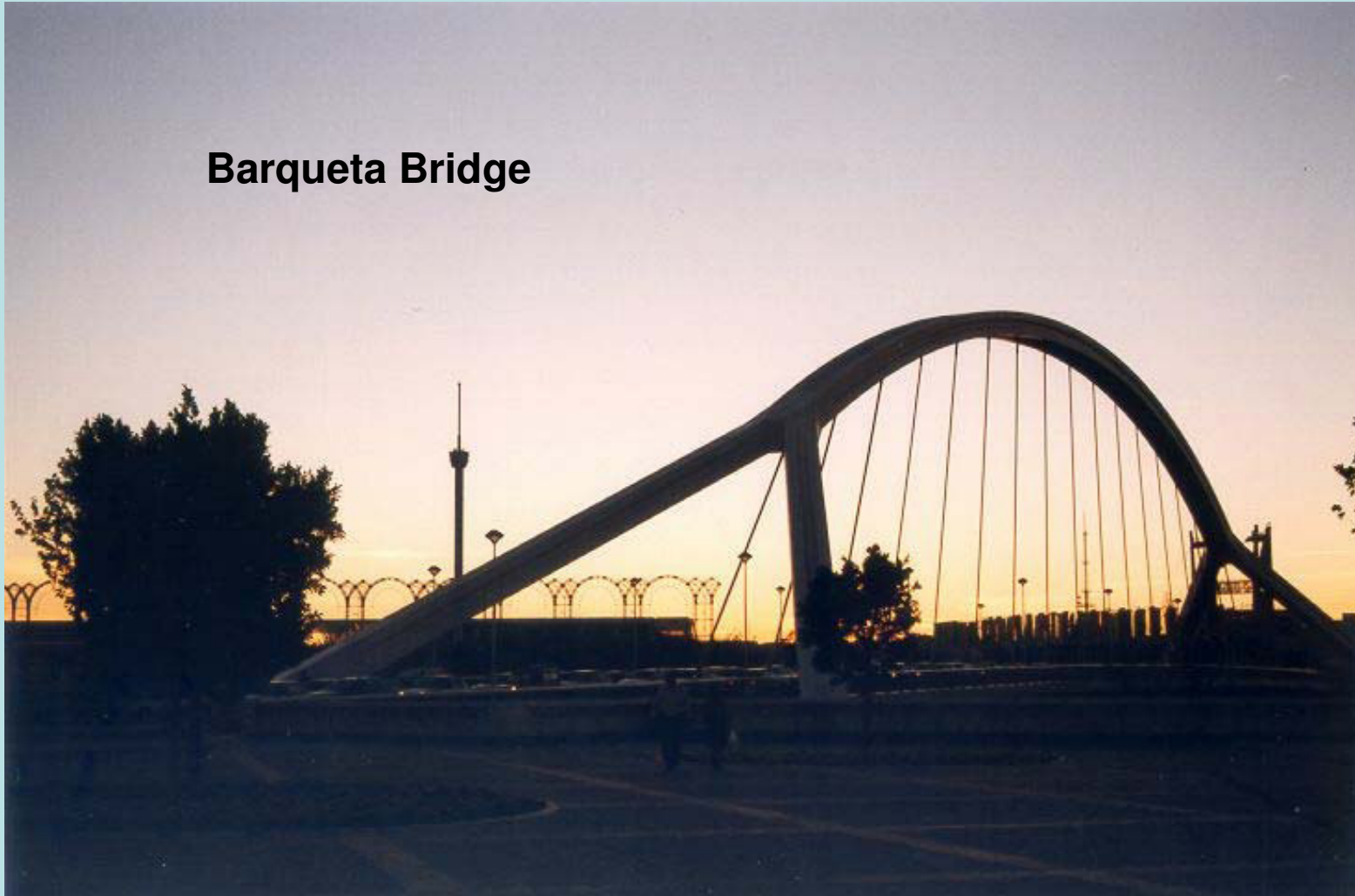
ARCO A SPINTA ELIMINATA

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI COLLABORANTI ARCO-TRAVE

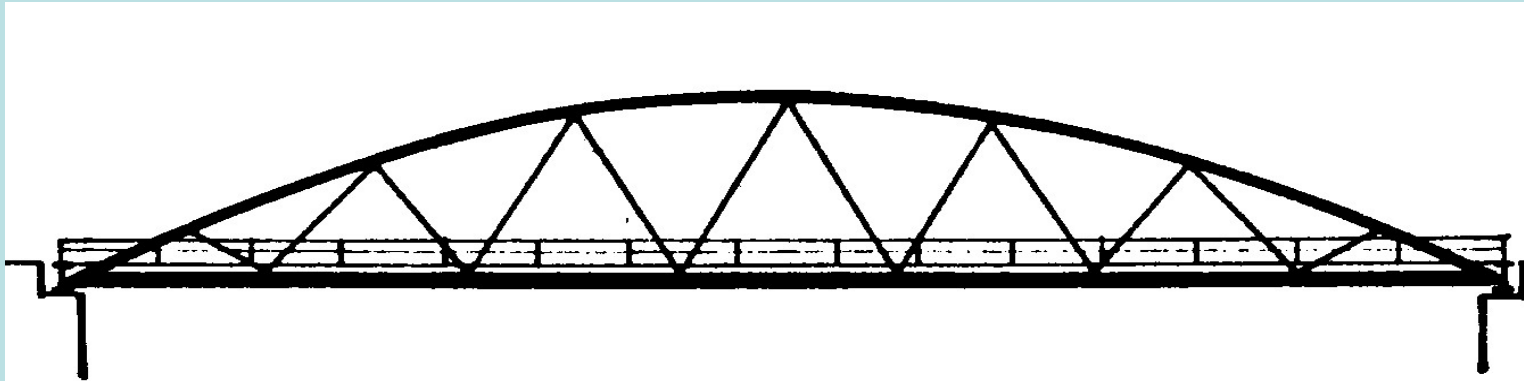


CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO PONTI AD ARCO

Barqueta Bridge



CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI AD ARCO

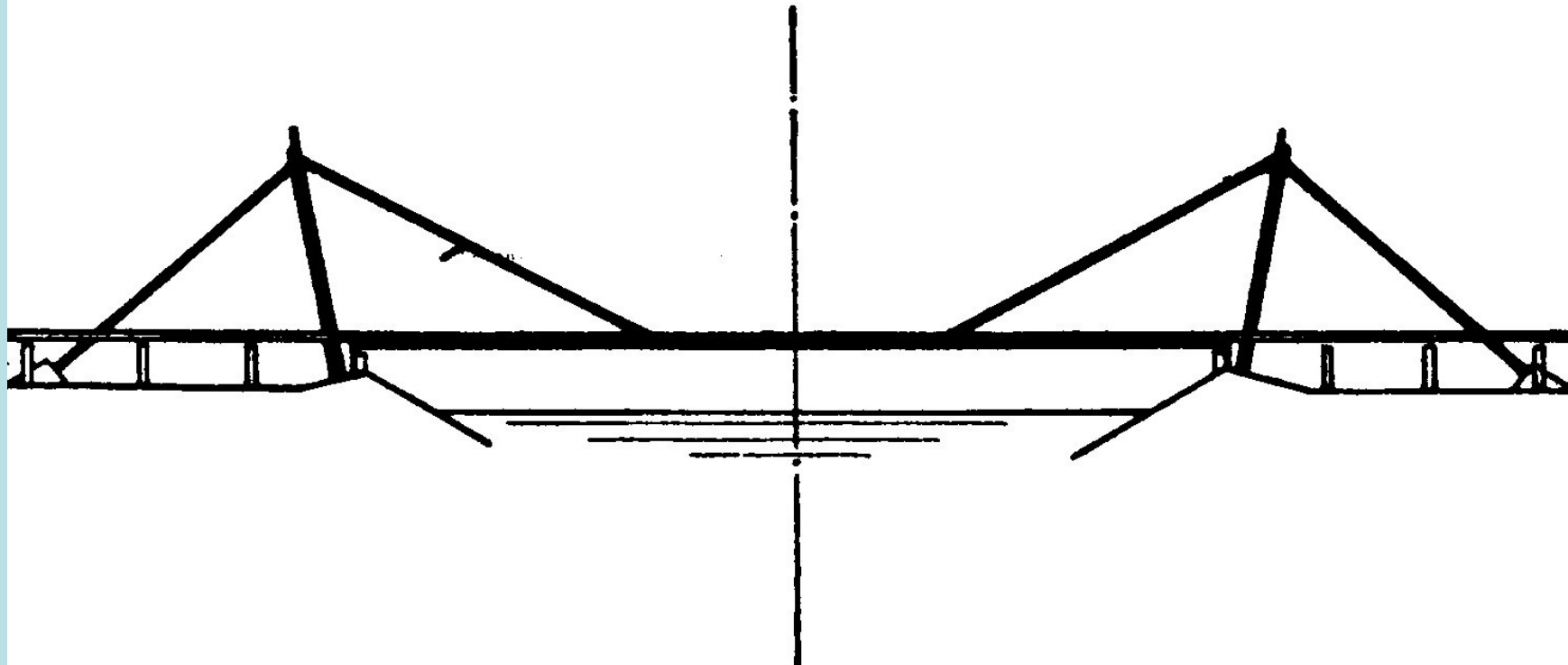


ARCO NIELSEN

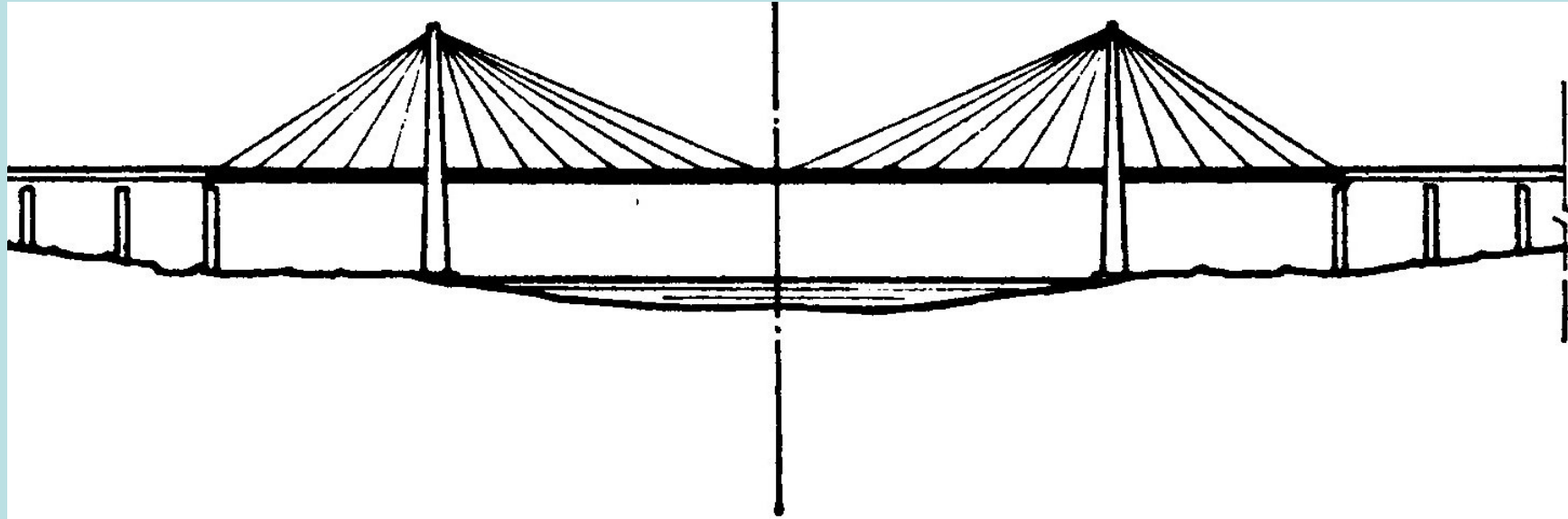


CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI STRALLATI

PONTE STRALLATO A TRAVATA FLESSORIGIDA CON ANCORAGGI A TERRA

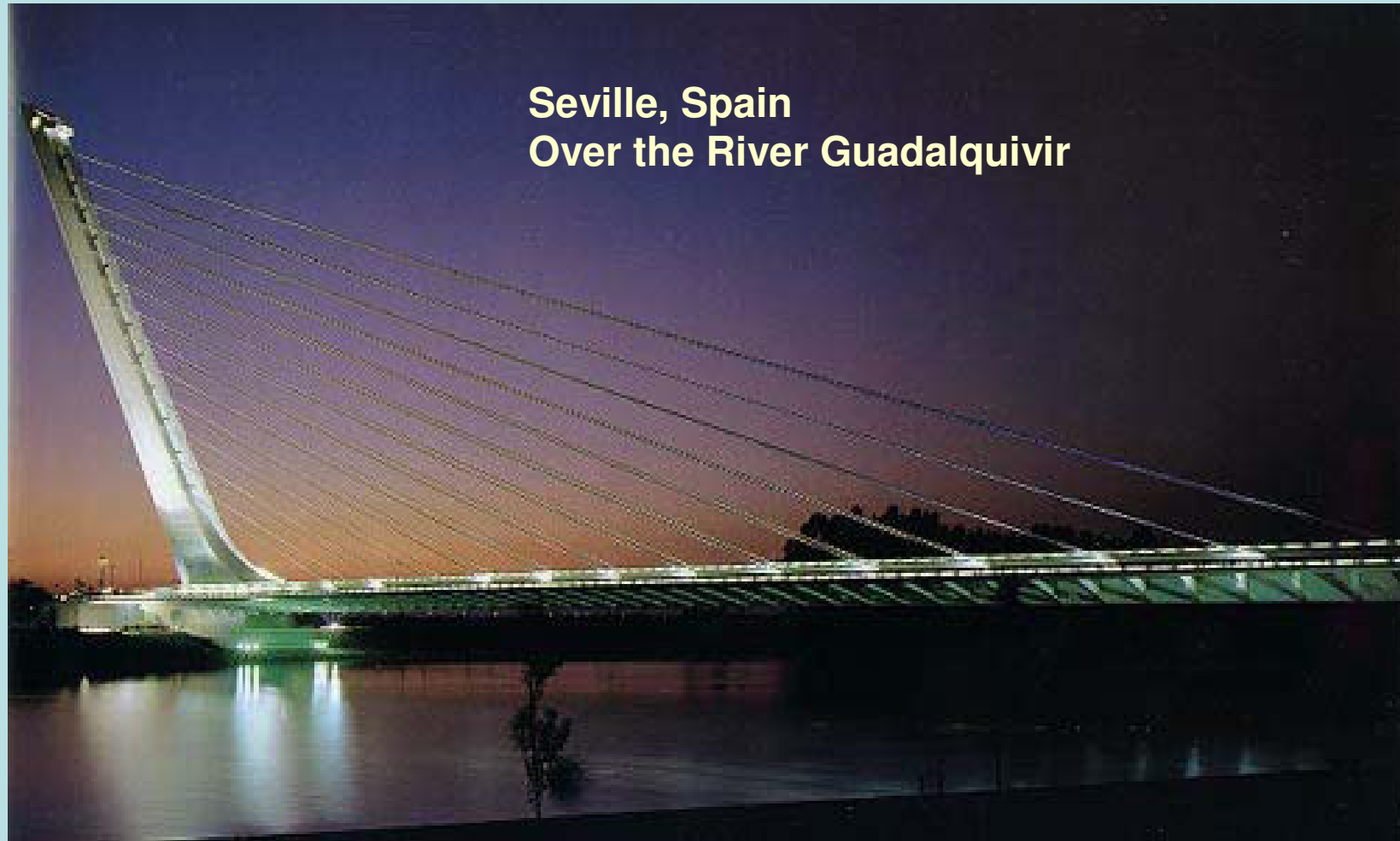


CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI STRALLATI

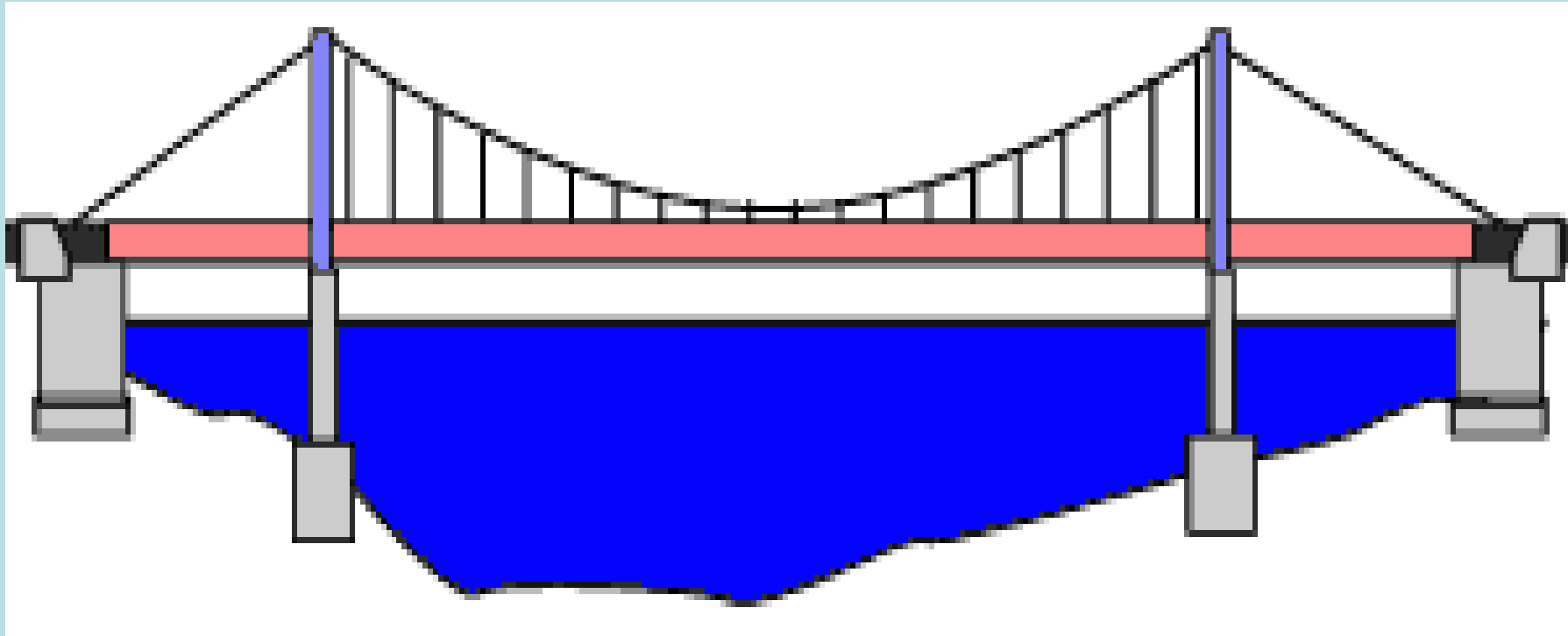


PONTE STRALLATO AUTOANCORATO A COMPORTAMENTO RETICOLARE

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI STRALLATI



CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI SOSPESI



Lunghezza tipica delle campate da 70 m a 1000 m

Il più lungo al mondo *Akashi Kaikyo Bridge, Giappone*

Lunghezza totale 3911m Campata centrale 1991m

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI SOSPESI



Ohnaruto Bridge
Hakata, Fukuoka, Japan

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI IN BASE ALLO SCHEMA STATICO
PONTI SOSPESI



STOREBAELT BRIDGE

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

IN FUNZIONE DELLA LUCE

- **TOMBINO:** hanno luce massima di 2.00 - 2.50 m
- **PONTICELLO:** di luce netta non superiore a 10 m
- **PONTE:** di luce maggiore ai 10 m

CLASSIFICAZIONE DEI PONTI

IN FUNZIONE DEL CARICO MOBILE

- **PONTE DI 1[^] CATEGORIA** : sollecitato dall'intero valore del carico mobile
- **PONTE DI 2[^] CATEGORIA**: sollecitato da un valore ridotto del carico mobile
- **PONTE DI 3[^] CATEGORIA** : sollecitato dal carico della folla compatta

NORMATIVA SUI PONTI

I regolamenti sono contenuti nel D.M. LL.PP. 4 maggio 1990 (G.U. n° 24 del 23/01/1991) dal titolo:

"Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

Nell'art. 3 di detta norma sono riportate le azioni che bisogna considerare nella progettazione dei ponti stradali.

NORMATIVA SUI PONTI

Nell'art. 3 di detta norma sono riportate le azioni che bisogna considerare nella progettazione dei ponti stradali.

Articolo 3.1

- ✓ carichi permanenti = $g_1 - g_2 - g_3$
- ✓ distorsioni = $e_1 - e_2 - e_3 - e_4 - e_5$
- ✓ carichi mobili = $q_1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6 - q_7 - q_8 - q_9$

Articolo 3.4.4.1

il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1^a e 2^a cat. è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, tenendo conto che la larghezza d'ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in **3.50 m**

Articolo 3.4.4.2

la disposizione dei carichi e il numero delle colonne sulla carreggiata saranno, volta per volta, quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura.

AZIONI SUI PONTI STRADALI

CARICHI PERMANENTI

- ⇒ g_1 Carichi permanenti: peso proprio degli elementi strutturali.
- ⇒ g_2 Carichi permanenti portati: (pavimentazione, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature)
- ⇒ g_3 Altre azioni permanenti: (spinta delle terre, spinte idrauliche,).

DISTORSIONI

- ⇒ Distorsioni e presollecitazioni di progetto: ϵ_1 .
- ⇒ Ritiro (ϵ_2)
- ⇒ Variazioni termiche (ϵ_3)
- ⇒ Viscosità (ϵ_4);
- ⇒ Cedimenti vincolari: (ϵ_5)

AZIONI SUI PONTI STRADALI

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO

- ⇒ Carichi mobili q_1
- ⇒ Incremento dinamico dei carichi mobili q_2
- ⇒ Azione di frenamento o di accelerazione q_3
- ⇒ Azione centrifuga q_4

AZIONI DEL VENTO

AZIONE SISMICHE

AZIONI ACCIDENTALI

- ⇒ Resistenze passive dei vincoli q_7
- ⇒ Urto di un veicolo in svio q_8
- ⇒ Altre azioni variabili (azioni idrauliche, urto di un veicolo o di natanti su pile)

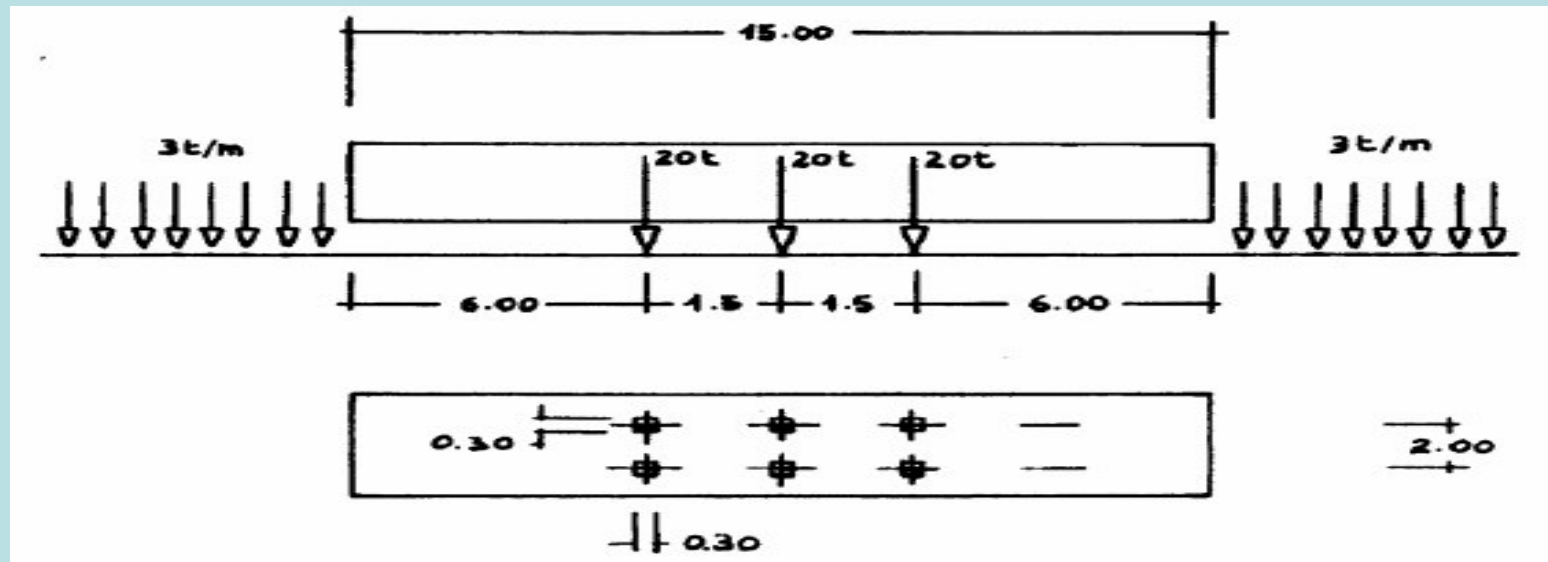
AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

CARICHI MOBILI q_1

Schema di carico 1 è costituito da :

carichi concentrati $q_{1a} = 60 \text{ t}$ per un tratto di 15 m

- carichi uniformemente distribuiti $q_{1b} = 3 \text{ t/m}$ per il resto della lunghezza.



Schema di carico 2: è costituito da un carico isolato da **10 t** con impronta quadrata di lato **0.30 m**.

Schema di carico 3: è costituito da un carico isolato da **1 t** con impronta quadrata di lato **0.70 m**.

Schema di carico 4: è costituito dalla folla compatta, agente con intensità di **0.4 t/m²**.

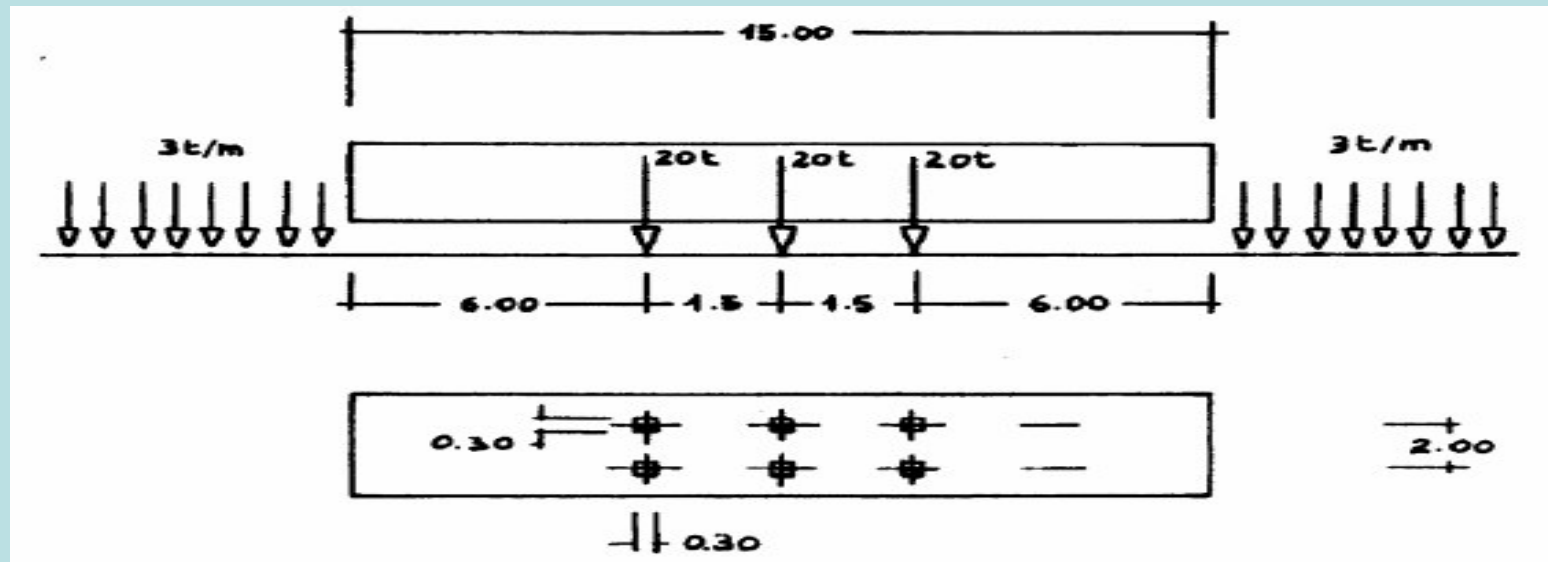
AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

CARICHI MOBILI q_1

Schema di carico 1 è costituito da :

carichi concentrati $q_{1a} = 60 \text{ t}$ per un tratto di 15 m

- carichi uniformemente distribuiti $q_{1b} = 3 \text{ t/m}$ per il resto della lunghezza.



Schema di carico 2: è costituito da un carico isolato da **10 t** con impronta quadrata di lato **0.30 m**.

Schema di carico 3: è costituito da un carico isolato da **1 t** con impronta quadrata di lato **0.70 m**.

Schema di carico 4: è costituito dalla folla compatta, agente con intensità di **0.4 t/m²**.

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

INCREMENTO DINAMICO \emptyset

Articolo 3.5

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici; tale incremento q_2 è dato dalla relazione:

$$q_2 = (\emptyset - 1) q_1 \quad \text{ove} \quad \emptyset = 1.4 - (L - 10) / 150$$

con le seguenti limitazioni:

$$\emptyset = 1.40 \quad \text{per } L \leq 10 \text{ m}$$

$$\emptyset = 1,00 \quad \text{per } L \geq 70 \text{ m}$$

con L pari alla luce di calcolo

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

INCREMENTO DINAMICO \emptyset

Articolo 3.5

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici; tale incremento q_2 è dato dalla relazione:

$$q_2 = (\emptyset - 1) q_1 \quad \text{ove} \quad \emptyset = 1.4 - (L - 10) / 150$$

con le seguenti limitazioni:

$$\emptyset = 1.40 \quad \text{per } L \leq 10 \text{ m}$$

$$\emptyset = 1,00 \quad \text{per } L \geq 70 \text{ m}$$

con L pari alla luce di calcolo

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

AZIONE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE q_3

La forza di frenamento o di accelerazione q_3 si assume agente nella direzione dell'asse della carreggiata ed al livello della sua superficie finita.

L'intensità di tale forza è pari ad 1/10 della colonna di carico più pesante per ciascuna carreggiata e non deve risultare inferiore al 20% (per i ponti di 1° Categoria) o al 15% (per i ponti di 2° Categoria) del totale carico Q_{ik} che può interessare la struttura.

AZIONE CENTRIFUGA q_4

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri) l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si assume convenzionalmente pari a:

R [m]	Intensità q_4 [KN/m]
$R < 60$	5.00
$60 < R < 1500$	$300/R$
$R > 1500$	0.00

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

AZIONE DEL VENTO q_5

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi (ad es. le pile). **La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.**

AZIONE SISMICA q_6

Per la determinazione degli effetti sismici si farà riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed sovraccarichi permanenti. In relazione all'importanza dell'opera, si può definire una opportuna massa corrispondente al carico variabile.

RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI q_7

Si devono considerare le forze che derivano dalle resistenze parassite dei vincoli per il calcolo delle pile, delle spalle, delle fondazioni e degli apparecchi di appoggio.

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

AZIONI SUI PARAPETTI - URTO DI UN VEICOLO IN SVIO q_8

L'altezza dei parapetti non potrà essere inferiore ad 1 m. I parapetti devono essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di **1.3 kN/m** applicata al corrimano.

I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati per un'azione orizzontale trasversale non inferiore a **100 kN**, distribuita su **0,50 m** ed applicata ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 , h_2 :

$$h_1 = (\text{altezza della barriera} - 0,10 \text{ m}), h_2 = 1,00 \text{ m}$$

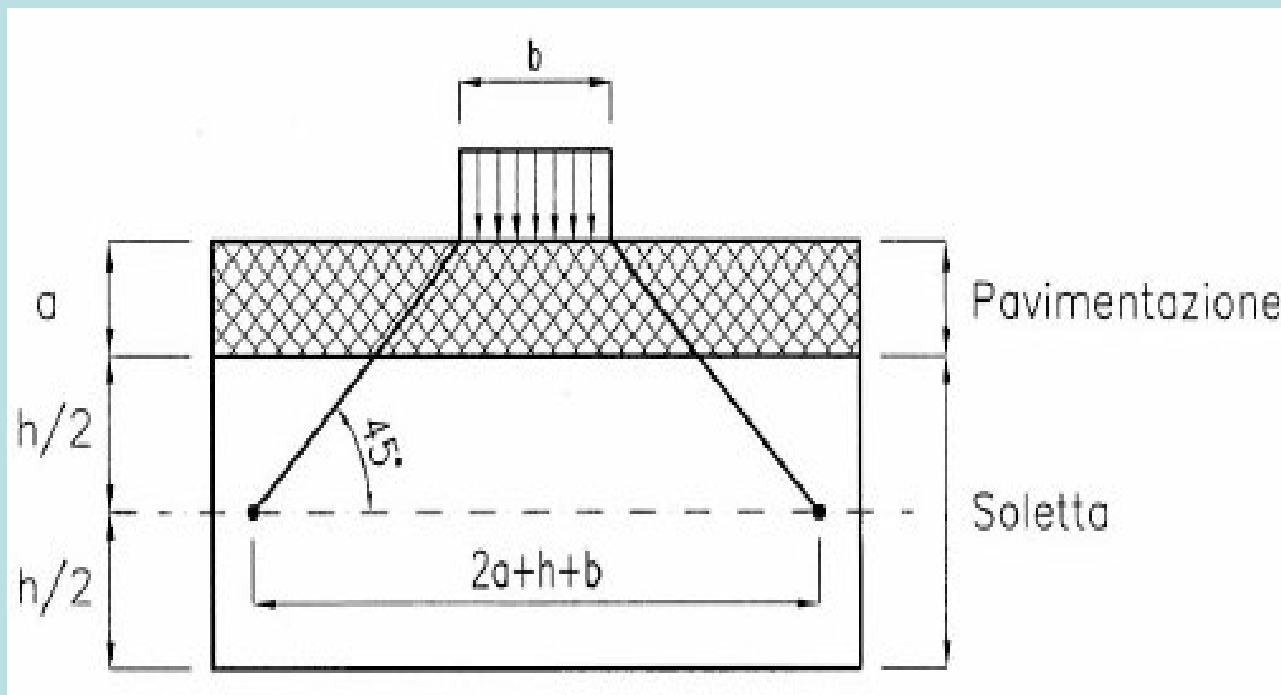
AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

VERIFICHE LOCALI

DIFFUSIONE DEI CARICHI LOCALI

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali ed associati agli Schemi di Carico 1, 2, 3 e 4 si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta.

La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo una diffusione a 45° , fino al piano medio della struttura della soletta sottostante.



AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (D.M. 04-05-1990)

VERIFICHE LOCALI

CALCOLO DELLE STRUTTURE SECONDARIE

Per il calcolo delle strutture secondarie dell'impalcato (solette, marciapiedi, traversi, ecc.) si devono prendere, nelle posizioni di volta in volta più gravose per l'elemento considerato, i carichi precedentemente definiti.

In alternativa si considera, se più gravoso, il carico associato allo Schema 2, disposto nel modo più sfavorevole (carico concentrato di 10 t su impronta di 30 x 30 cm).

Per i marciapiedi non protetti da sicurvia si considera il carico associato allo Schema 3 (carico concentrato su impronta di 70 x 70 cm)

Per i marciapiedi protetti da sicurvia e per i ponti di 3° Categoria si considera il carico associato allo Schema 4 (q_{1e} folla compatta 0,40 t/m²)

NORMATIVA SUI PONTI

DISPOSIZIONE DEI CARICHI

I carichi mobili devono essere disposti in modo da ottenere la situazione di sollecitazione più gravosa.

NEL CALCOLO DELLE TRAVI PRINCIPALI SI CONSIDERANO:

PER I PONTI DI 1^a CATEGORIA

- **una colonna di carico** costituita da un solo mezzo $q_{1,a}$ e, al di fuori dell'ingombro di questo, da uno o più tratti di carico $q_{1,b}$ disposti lungo l'asse della corsia.
- **una seconda colonna** di carico analoga alla precedente, ma con i carichi **ridotti del 50%**.
- **altre colonne di carico analoghe alle precedenti**, ma con carichi ridotti al **35%**.
- **carico $q_{1,e}$** sui marciapiedi

NORMATIVA SUI PONTI

DISPOSIZIONE DEI CARICHI

I carichi mobili devono essere disposti in modo da ottenere la situazione di sollecitazione più gravosa.

NEL CALCOLO DELLE TRAVI PRINCIPALI SI CONSIDERANO:

PER I PONTI DI 2^A CATEGORIA

- **una colonna di carico** costituita da un solo mezzo $q_{1,a}$ con carico ridotto al **75% di $q_{1,a}$** e, al di fuori dell'ingombro di questo, da uno o più tratti di carico $q_{1,b}$ con carico **ridotto al 50% di $q_{1,b}$** disposti lungo l'asse della corsia.
- **una seconda colonna** di carico analoga alla prima categoria, ma con i carichi **ridotti del 50%**.
- **altre colonne di carico analoghe a quelle di prima categoria**, ma con carichi ridotti al **35%**.
- **carico $q_{1,e}$** sui marciapiedi

NORMATIVA SUI PONTI

DISPOSIZIONE DEI CARICHI

I carichi mobili devono essere e disposti in modo da ottenere la situazione di sollecitazione più gravosa.

NEL CALCOLO DELLE TRAVI PRINCIPALI SI CONSIDERANO:

PER I PONTI DI 3^a CATEGORIA (passerelle)

Il carico $q_{1,e}$ nelle disposizioni più gravose

NORMATIVA SUI PONTI

INCREMENTO DINAMICO DEI CARICHI MOBILI.

Articolo 3.5

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici; tale incremento q_2 è dato dalla relazione:

$$q_2 = (f-1) q_1 \quad \text{ove} \quad f = 1.4 - (L-10) / 150$$

con le seguenti limitazioni:

$$f = 1.40 \quad \text{per } L \leq 10 \text{ m}$$

$$f = 1,00 \quad \text{per } L \geq 70 \text{ m}$$

con L pari alla luce di calcolo