



*Ministero dei Lavori Pubblici  
 Presidenza del Consiglio Superiore  
 Servizio Tecnico Centrale*

*Roma, 25 febbraio 1991*

*N°* 34233

**OGGETTO:** Legge 2.2.1974  
 n.64 - Art.1. D.M.4.5.90.  
 Istruzioni relative alla  
 normativa tecnica dei  
 ponti stradali.

- Ai Capi dei Servizi dell'Amm.ne  
 Centrale, Decentrata e Periferica  
 LORO SEDI
- Ai Presidenti delle Regioni  
 LORO SEDI
- Alla Direzione Generale A.N.A.S.  
 Via Monzambano, 10  
 R O M A
- Al Ministero dell'Interno  
 Gabinetto  
 R O M A
- Ai Prefetti della Repubblica  
 LORO SEDI
- Al Ministero dell'Industria,  
 Commercio e Artigianato  
 Gabinetto  
 Via Molise, 2  
 R O M A
- Al Ministero dei Trasporti  
 Gabinetto  
 Piazza della Croce Rossa  
 R O M A
- Al Ministero per il Coordinamento  
 della Protezione Civile  
 Gabinetto  
 Via Ulpiano, 11  
 R O M A
- Alla Presidenza dell'A.N.C.E.  
 Via Guattani, 16/18  
 R O M A
- Alla Presidenza dell'Agenzia per  
 la Promozione dello Sviluppo del  
 Mezzogiorno  
 Piazza John Kennedy, 20  
 R O M A
- Ai Consigli Nazionali degli  
 Ingegneri, degli Architetti, dei  
 Geometri e dei Periti Industriali  
 LORO SEDI

Con Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, di concerto con il Ministro dell'Interno, in data 4 maggio 1990 sono state approvate nuove norme tecniche riguardanti la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti, quale aggiornamento delle analoghe norme approvate con il D.M. 2 agosto 1980.

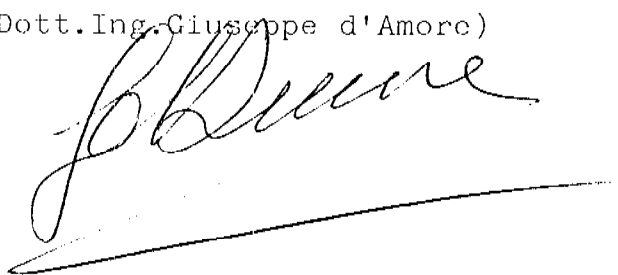
Dette norme aggiornate, essendo state pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 29 gennaio 1991, entreranno in vigore il 29 luglio 1991.

Al fine di una esatta applicazione delle norme sono state elaborate da questo Servizio Tecnico Centrale le allegate istruzioni, sulle quali ha espresso parere favorevole l'Assemblea Generale del Consiglio Superiore.

La citate istruzioni, alle quali si invita voler dare la massima diffusione, sostituiscono quelle emanate con la circolare n.20977 dell'11 novembre 1980.

IL PRESIDENTE

(Dott.Ing. Giuseppe d'Amore)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. d'Amore', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive.

MINISTERO LAVORI PUBBLICI  
PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE  
SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Circolare n. 34233 del 25 febbraio 1991

OGGETTO: Legge 2 febbraio 1974 n. 64, Art. 1 - Istruzioni  
relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.

0. PREMESSA

Con decreto ministeriale 4 maggio 1990, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 24 - Serie generale - del 29 gennaio 1991, sono stati approvati i criteri generali e le prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.

Al fine di una esatta interpretazione delle norme, sono state elaborate da questo Servizio Tecnico Centrale le presenti istruzioni, su cui ha espresso parere favorevole l'Assemblea Generale del Consiglio Superiore.

Le istruzioni oltre a riguardare la materia trattata dalle norme, recano nella parte finale disposizioni concernenti la manutenzione e l'ispezione dei ponti.

Per facilità di consultazione gli argomenti esposti nelle istruzioni sono stati distinti, per quanto possibile, con una numerazione corrispondente a quella delle norme.

Le presenti istruzioni sostituiscono integralmente quelle di cui alla circolare n. 20977 dell'11 novembre 1980 di questo Servizio Tecnico Centrale.

Sia le norme che le presenti istruzioni riguardano i ponti di nuova costruzione. Per i ponti esistenti vale quanto specificato al paragrafo 9.

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.2 Coordinamento con altre norme**

Le presenti istruzioni, oltre ad essere coordinate con le norme tecniche emanate nell'ambito della legge 2 febbraio 1974 n.64 e della legge 5 novembre 1971 n.1086, fanno riferimento anche alle vigenti norme del C.N.R. relative alle strade urbane ed alle strade extraurbane.

## **2. PRESCRIZIONI GENERALI**

### **2.1 Geometria della sede stradale**

La sede stradale deve essere progettata in accordo con quanto previsto dalle norme CNR di cui al punto 1.2.

Di regola sui ponti deve essere mantenuta la sezione stradale corrente, ivi comprese le pendenze trasversali, salvo quanto attiene ai marciapiedi, come appresso indicato.

Qualora, in casi particolari validamente motivati ed escludendo comunque ponti di limitata lunghezza ed importanza, fosse necessario derogare da quanto sopra prescritto, le eventuali variazioni di ciascun elemento compositivo della sezione corrente debbono essere realizzate gradualmente con il seguente criterio: variazione di larghezza rispetto alla lunghezza corrispondente, non maggiore di 1% per

velocità di progetto maggiore od uguale a 100 km/h, non maggiore di 2% per velocità di progetto minore od uguale a 50 km/h, con interpolazione lineare per velocità intermedie.

Quando, in sezioni stradali a carreggiate separate, viene soppressa la continuità strutturale fra le due carreggiate, abolendo lo spartitraffico, deve comunque garantirsi la prosecuzione della sede naturale, mantenendo sull'opera d'arte in sinistra della singola carreggiata, il franco di sicurezza minimo pavimentato e libero da ostacoli, ancorchè continui, previsto dalle citate norme CNR per la categoria della strada in questione.

Salvo situazioni particolari validamente motivate, nel caso di sezione stradale corrente con banchina di larghezza minore di 3 m, a fianco della banchina sul lato destro deve essere disposto un marciapiede rialzato avente principalmente funzione di passaggio di servizio e di transito pedonale di emergenza; esso deve avere larghezza minima netta di 0,75 m ed essere delimitato verso banchina da un ciglio di tipo sormontabile.

Nel caso di carreggiate separate o indipendenti il marciapiede di cui al comma precedente deve essere disposto solo sul lato destro.

## **2.2 Altezza libera**

Nel caso in cui le esigenze geometriche imposte da vincoli non eliminabili inducano ad adottare, per l'altezza utile tra il piano stradale e l'intradosso di un ponte a questo soprastante le riduzioni di cui al secondo e terzo capoverso del punto 2.2 delle norme, il progettista deve corredare il progetto della documentazione necessaria a dimostrare la necessità della riduzione in base allo stato

delle esistenti infrastrutture, alle situazioni geo-morfologiche ed alla comprovata natura di strada a traffico selezionato, cui appartengono le corsie che sottopassano l'opera d'arte.

Ove prescritto, la documentazione deve essere presentata ai Comandi competenti per territorio, Militare e dei Vigili del Fuoco, con tutte le notizie atte a fornire ai suddetti Organi elementi di giudizio ai fini dell'accesso alle zone servite dalla strada da parte di mezzi speciali - specialmente di quelli di soccorso dei Vigili del Fuoco - che non potrebbero transitare sotto l'opera d'arte progettata, evidenziando particolarmente quali percorsi alternativi idonei potrebbero, eventualmente, essere transitabili in tempi accettabili dagli speciali mezzi di soccorso.

#### 2.4 Problemi idraulici

Gli elementi del ponte, quali le opere di sostegno, di difesa ed accessorie quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, specie se di qualche importanza, dovranno far parte di un progetto unitario. Nello studio andranno in particolare illustrati i seguenti aspetti:

- ricerca e raccolta presso gli Uffici ed Enti competenti delle notizie e dei rilievi esistenti, utili per lo studio idraulico da svolgere;
- giustificazione della soluzione proposta per: l'ubicazione del ponte, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione ed in fondazione, tenuto conto del regime del corso d'acqua, dell'assetto morfologico attuale e della sua prevedibile evoluzione e della natura geologica della zona interessata;
- studio idrologico degli eventi di massima piena; esame dei

- principali eventi verificatisi nel corso d'acqua; raccolta dei valori estremi, in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del loro verificarsi; definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;
- definizione della scala delle portate nella sezione interessata per le condizioni attuali e per quelle dipendenti dal costruendo manufatto, anche per le diverse e possibili fasi costruttive previste; calcolo del rigurgito provocato dal ponte.

Nel caso in cui l'opera di attraversamento sia costituita, oltre che dal ponte vero e proprio, anche da uno o due rilevati collocati in alveo, dovranno essere valutate quali modifiche possano prodursi a monte dell'opera in conseguenza della riduzione della luce libera rispetto a quella primitiva.

#### **2.4.1 Indicazione dei criteri per fissare il franco minimo rispetto al livello di massima piena.**

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali.

Può ritenersi normalmente che il valore della portata massima e del relativo franco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a 100 anni; è di interesse stimare i valori della frequenza probabile di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso. Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di sottotrave dovrà

comunque essere non inferiore alla quota della sommità arginale.

Nello studio idraulico, sempre che le opere interessino l'alveo, dovranno inoltre essere considerati i seguenti problemi:

- classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna;
- valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle e delle relative fondazioni, nonché dei rilevati;
- valutazione degli effetti dovuti alla eventuale presenza di una corrente veloce;
- esame delle conseguenze della presenza di natanti, corpi flottanti e trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, e studio della difesa dagli urti e dalle abrasioni, nonché delle conseguenze di possibili ostruzioni delle luci (specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte), sia in fase costruttiva sia durante l'esercizio delle opere.

In situazioni particolarmente complesse può essere opportuno sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli idraulici sperimentali.

#### **2.4.2 Relazione idraulica**

Le questioni idrauliche, trattate con ampiezza e grado di approfondimento commisurati alla natura dei problemi ed al grado di elaborazione del progetto, saranno oggetto di apposita relazione idraulica, che farà parte integrante del progetto stesso.



### 3. AZIONI

#### 3.1 Generalità

Secondo quanto indicato nelle "Norme sulla sicurezza e sui carichi", emanate ai sensi dell'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974 n. 64, i valori delle azioni di cui ai punti seguenti devono essere assunti direttamente nelle verifiche effettuate con il metodo delle tensioni ammissibili. Se le verifiche di sicurezza si effettuano con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, i sopradetti valori devono considerarsi valori nominali di riferimento assimilabili a valori caratteristici.

Quando gli effetti della viscosità assumano particolare rilevanza ai fini delle verifiche, potrà essere opportuno prendere in esame leggi di viscosità scelte caso per caso in relazione ai materiali ed ai procedimenti costruttivi impiegati.

#### 3.2 Carichi permanenti

3.2.1 Per la valutazione dei pesi propri delle strutture (g<sub>1</sub>) si farà riferimento ai pesi unitari dei materiali indicati nelle istruzioni relative alle "Norme sulla sicurezza e sui carichi".

3.2.2 Per quanto riguarda la pavimentazione stradale, nel progetto occorre indicare lo spessore nominale iniziale (e il relativo carico) e lo spessore massimo (e il relativo carico) che potrà assumere nel tempo la pavimentazione in relazione alle operazioni di manutenzione ordinaria.

Ovviamente per il progetto dell'opera si deve

tener conto del carico massimo della pavimentazione.

Questi dati debbono essere tenuti in conto nelle specifiche di manutenzione delle opere.

3.2.3 Le altre azioni permanenti  $g_3$  (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.) vanno introdotte nei calcoli con la massima e minima valutazione secondo le indicazioni della tabella contenuta nel punto 3.13 delle norme, in modo da ottenere le condizioni di verifica più gravose.

In particolare nel calcolo delle spinte delle terre dovute al terrapieno dovrà tenersi conto anche della presenza di eventuali carichi mobili e sovraccarichi sul terrapieno stesso.

### 3.3 Distorsioni (azioni indirette)

3.3.2 Per opere di particolare importanza o di particolare situazione ambientale, le variazioni termiche andranno valutate caso per caso in relazione alle caratteristiche dell'opera e del sito, considerando comunque come valori minimi inderogabili quelli indicati dalle norme tecniche sui carichi e sicurezza.

Andrà considerato:

- a) una variazione termica uniforme;
- b) un gradiente termico tra l'estradosso e l'intradosso degli impalcati che, in mancanza di analisi specifiche, potrà essere assunto di  $10^{\circ}\text{C}$  con andamento lineare tra detti estremi, oppure con discontinuità fra la soletta e la sottostante parte di impalcato;
- c) nel calcolo di verifica di impalcati a cassone in c.a. occorre controllare anche gli stati tensionali conse-

guenti a variazioni di temperature lineari nello spessore non minori di 10°C tra superfici interne ed esterne (sia interno caldo sia interno freddo). Quest'ultima verifica andrà estesa a pile e spalle cave, per le quali occorrerà inoltre, quando del caso e in alternativa, considerare una variazione di temperatura di 10°C tra zone esposte al sole e quelle in ombra;

d) nelle verifiche non si considereranno concomitanti gli effetti delle variazioni nello spessore con gli altri.

**3.3.3** Gli effetti dei cedimenti vincolari vanno aggiunti a quelli delle distorsioni e presollecitazioni di progetto, quando rendono più gravose le condizioni di verifica delle strutture o di sue parti.

#### **3.4 Carichi mobili**

**3.4.1** Per le strutture di svincolo, intersezione e diramazione, nonché nel caso di larghezza di carreggiata variabile per la presenza di corsie di decelerazione o accelerazione, le condizioni di carico saranno determinate caso per caso in armonia con quelle corrispondenti alla sezione stradale corrente.

### 3.9 Azioni sismiche

Ai fini dell'applicazione ai ponti delle Norme per le costruzioni in zona sismica, si forniscono le seguenti precisazioni:

a) Coefficiente di protezione sismica:

Il coefficiente di protezione sismica di cui alle vigenti norme tecniche relative alle costruzioni sismiche si assumerà di regola pari ad 1. Fanno eccezione quei manufatti la cui funzionalità sia strettamente ed intimamente connessa con quella di opere di primaria importanza ai fini della protezione civile (ad esempio per l'unicità di accesso ad una delle predette opere) e per le quali si sia assunto un valore del coefficiente sopradetto maggiore di 1. In tal caso questo stesso valore verrà adottato anche per il ponte.

b) Non sincronismo della risposta al sisma di parti indipendenti della struttura:

Con riferimento alle sopracitate "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica", si deve tener conto nelle verifiche, ed in particolare nel calcolo degli spostamenti relativi, degli effetti delle vibrazioni in opposizione che possono verificarsi in parti strutturali parzialmente o totalmente scollegate.

Quando si effettui il calcolo secondo l'analisi statica convenzionale, le forze rappresentanti l'azione sismica devono essere applicate sulle varie parti con versi tali da produrre gli effetti più sfavorevoli.

c) Spostamenti relativi del suolo:

Vanno tenuti in conto gli spostamenti relativi del suolo tra i punti ove sono posizionate le fondazioni dell'opera.

d) Interazione suolo-struttura:

Nei casi in cui appare rilevante l'effetto della deformabilità del terreno di fondazione, e in presenza di pile alte e snelle, si deve tener conto dell'interazione suolo-struttura.

### 3.9.2 Coefficiente di fondazione

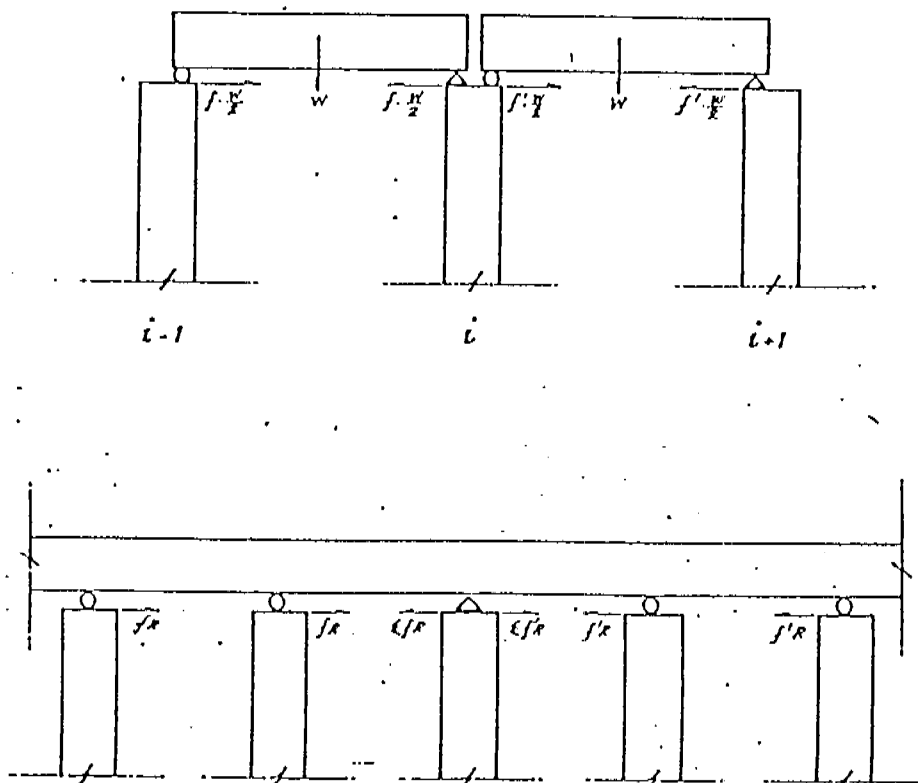
In mancanza di un appropriato studio specifico a puro titolo indicativo ci si potrà riferire ai dati riportati nella seguente tabella:

	Descrizione del suolo	$\varepsilon$
S <sub>1</sub>	Roccia di base o depositi ben addensati (sabbie compatte, ghiaie o argille sovraconsolidate) con spessori inferiori a 50 m sulla roccia di base	1,0
S <sub>2</sub>	Depositi ben addensati (come in S <sub>1</sub> ) con spessori superiori a 50 m. Terreni mediamente addensati (sabbie o argille normalmente consolidate) con spessori inferiori a 10 m	1,1
S <sub>3</sub>	Depositi mediamente addensati (come in S <sub>2</sub> ) con spessori inferiori a 25 m e con uno strato superficiale di terreno compressibile inferiore a 5 m	1,2
S <sub>4</sub>	Terreni diversi da quelli sopra enunciati	1,3

3.9.3 Il riferimento di cui al secondo capoverso della norma è valido anche relativamente al successivo Decreto Ministeriale 24 gennaio 1986, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.108 - Serie generale - del 12.5.1986.

### 3.10 Resistenza di attrito agli appoggi

Va considerata l'eventualità, se del caso, che si abbiano coefficienti di attrito diversi tra apparecchi di appoggio mobili di una stessa opera come esemplificato in figura.



### 3.13 Combinazioni di carico

Per le opere ricadenti in zona sismica che, per la loro particolare destinazione ed ubicazione, siano soggette a forti volumi di traffico per lunghi periodi (quali alcuni ponti urbani, alcune strade sopraelevate, i viadotti in prossimità di barriere doganali o autostradali, ecc.) si dovrà prevedere, nella combinazione di carico A V, un coefficiente moltiplicativo per l'azione  $q_1$  diverso da 0, se più sfavorevole, da prescriversi caso per caso da parte del Committente. Resta inteso che anche in questi casi le masse da considerare nella valutazione dell'azione sismica  $q_6$  sono, convenzionalmente, solo quelle associate al peso proprio ed ai carichi permanenti portati.

## **4. VERIFICHE DI SICUREZZA**

### **4.3 Verifiche allo stato limite di deformazione**

Per quanto concerne i limiti di cui al punto relativo delle "Norme", si tratta di verificare che, nelle condizioni di carico che producono le massime deformazioni flessionali e torsionali delle strutture principali dipendenti dai carichi variabili, dai fenomeni viscosi, dal ritiro e dagli effetti termici, i quozienti fra le frecce massime e le luci, nonché i valori massimi degli angoli di inclinazione e di torsione risultino contenuti entro limiti accettabili per il funzionamento delle opere in relazione al particolare tipo strutturale.

### **4.4 Verifica alle azioni sismiche**

Il riferimento di cui al primo capoverso delle norme deve intendersi al Decreto Ministeriale 24 gennaio 1986, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 108 - Serie generale - del 12.5.1986.

### **4.5 Verifiche in fase di costruzione**

Quando del caso si devono valutare, in relazione alle modalità costruttive previste, le ridistribuzioni di tensione relative alle deformazioni viscosi ed al ritiro e ad altri fenomeni che si sviluppano nel tempo.

## **5. STRUTTURE PORTANTI**

La progettazione strutturale e le verifiche statiche di un ponte vanno condotte in rigorosa congruenza con le tecniche di realizzazione previste per l'opera, in quanto



esse ne condizionano il comportamento ed il regime statico sia istantaneo che differito. Parimenti, in sede di progetto, occorre far preciso riferimento alle previste tecnologie di produzione ed ai tempi di costruzione degli elementi strutturali.

Il profilo strutturale di estradosso dell'impalcato deve rispettare il profilo longitudinale di progetto tenuto conto delle deformazioni originate dai carichi permanenti (peso proprio e sovrastruttura) e da eventuali distorsioni e presollecitazioni impresse secondo la specifica sequenza di costruzione prevista dal progetto.

Tali deformazioni dovranno essere inoltre considerate ai fini di un corretto posizionamento degli apparecchi di appoggio.

Il progetto dell'opera deve essere perciò corredato da una completa relazione tecnica che illustri anche le modalità esecutive dell'opera stessa con particolare riferimento alle situazioni statiche transitorie e finali, sia dei singoli elementi strutturali che dell'opera nel suo complesso.

Nei casi in cui il progetto preveda che lo schema statico principale subisca evoluzioni tipologiche e funzionali dei vincoli interni e/o esterni, è necessario che siano indicati i tempi successivi di alterazione dello schema sia ai fini di una corretta analisi dell'effetto delle distorsioni istantanee e differite e, soprattutto, per fornire al costruttore precise modalità di esecuzione.

Le indicazioni di cui al presente punto 5 riguardano i ponti di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> categoria.

## 5.1 Impalcati

In prossimità di interruzioni strutturali della continuità longitudinale della soletta, quest'ultima dovrà essere preferibilmente solidale al traverso di testata e dovrà essere adeguatamente rinforzata in relazione anche al notevole cimento dinamico cui è sottoposta.

In mancanza di una valutazione più rigorosa che tenga conto anche degli effetti d'urto, le parti di soletta a sbalzo dal traverso di testata verso il giunto debbono essere verificate applicando ai valori delle caratteristiche della sollecitazione un coefficiente dinamico uguale a 3.

La pendenza trasversale degli impalcati non può essere ottenuta di regola variando lo spessore della soletta o della pavimentazione e mantenendo le travi a quota costante, salvo una correzione sino all'1% da realizzarsi con la pavimentazione.

L'impiego di elementi di solette prefabbricate a tutto spessore e con collegamenti discreti con le travi principali è consentito solo nel caso in cui venga garantito il contatto su tutta la superficie di estradosso della struttura principale e l'impiego di calcestruzzi a ritiro compensato per i getti di collegamento.

Nei ponti in curva realizzati con impalcato a travi, per rapporti  $l/r > 0,25$  è sconsigliata l'adozione di travi disposte secondo le corde. La disposizione dei traversi dovrà di norma essere radiale.

### a) impalcati in c.a. e c.a.p.

Il copriferro dell'armatura più prossima alla superficie esterna deve rispettare i seguenti valori:

- almeno 2 cm nel caso di soletto;

- almeno 3 cm nel caso di travi.

Lo spessore dell'anima delle travi nelle strutture da ponte non deve comunque essere inferiore a 14 cm.

Nel caso di travi in c.a.p. con armature pretese l'interasse minimo delle armature non deve essere inferiore a 2,6 volte il diametro equivalente delle armature stesse.

Nel caso di travi con armatura post-tesa lo spessore dell'anima non deve essere minore di 3,0 volte il diametro della guaina dei cavi nel caso di presenza di un solo cavo e di 5 volte tale diametro nel caso di due cavi disposti su una stessa corda.

L'interasse tra i cavi nelle anime non deve essere normalmente minore a 2 volte il diametro massimo delle guaine.

Lo spessore minimo dell'ala inferiore deve essere adeguato alla larghezza e alla pendenza dell'estradosso dell'ala stessa, tenuto conto anche della quantità di armatura presente. Lo spessore della soletta di impalcato non deve essere inferiore a 20 cm.

Per sezioni a cassone gli spessori minimi delle anime o della soletta seguono le medesime limitazioni previste per le travi a sezione aperta mentre lo spessore minimo della controsoletta non deve essere inferiore a 14 cm.

Dovranno prevedersi traversi almeno in corrispondenza dei vincoli.

Nel caso di impalcato con sezione a cassone dovranno prevedersi adeguati fori di drenaggio delle acque, la cui infiltrazione accidentale all'interno deve essere sempre prevista.

b) impalcati in acciaio

Di regola dovranno essere rispettate le seguenti dimensioni minime:

- spessori delle varie membrature, con l'eccezione delle anime dei profili laminati a doppio T ed a C, delle imbottiture e dei tubi: 8 mm;
- spessori delle anime dei profili laminati a doppio T ed a C : 5 mm;
- spessori delle lamiere nervate degli impalcati a piastra ortotropa: 10 mm;
- spessori di parete di elementi in acciaio fuso: 20 mm;
- spessori di gola dei cordoni di saldatura di angolo: 3,5 mm;
- diametro dei bulloni: 16 mm;
- diametro dei connettori a piolo nei sistemi composti acciaio-calcestruzzo: 14 mm (diametro massimo 22 mm per saldatura automatica senza metallo di apporto);
- distanza delle superfici laterali dei connettori dai lembi delle lamiere su cui sono saldati: 30 mm;
- spessore della soletta in c.a. negli impalcati a sezione composta acciaio-calcestruzzo; non inferiore a 20 cm.

Il progetto della struttura dovrà favorire, per quanto possibile, la migliore accessibilità di ogni parte all'ispezione ed alla manutenzione.

Dovranno essere evitate zone di ristagno d'acqua o di raccolta di sporcizia; ove non sia possibile, tali zone dovranno essere provviste di adeguati fori di drenaggio o riempite di materiale aderente ed impermeabile.

In sede progettuale deve essere predisposta apposita specifica sui controlli da effettuare sulle saldatu-

re, con la definizione dei metodi e della percentuale di controllo.

La snellezza delle membrature compresse non dovrà superare il valore 120 per le membrature principali e 150 per le membrature secondarie e per quelle di controvento.

La snellezza delle membrature tese, eccettuate le funi, non dovrà superare il valore di 250.

## 5.2 Pile

Nelle pile di calcestruzzo armato a sezione cava le pareti devono avere uno spessore non inferiore a 25 cm.

## 5.3 Spalle

E' consigliabile l'adozione di accorgimenti che garantiscano un graduale raccordo del piano viario tra spalla e rilevato a monte della stessa.

## 6. VINCOLI

Particolare attenzione va rivolta alla scelta degli appoggi ed alla loro corretta disposizione tale da consentire le previste libertà di movimento con riferimento al complesso di sollecitazioni e azioni che interessano l'opera.

a) Apparecchi di appoggio fissi e mobili di acciaio.

Gli apparecchi di appoggio fissi saranno preferenzialmente realizzati con accoppiamento di piastra piana con piastra a superficie cilindrica in modo da ottenere un contatto lineare.

Nell'accoppiamento devono comunque essere previsti

dispositivi atti ad impedire efficacemente gli spostamenti orizzontali.

Gli apparecchi di appoggio mobili saranno preferenzialmente realizzati mediante rulli o settori di rullo.

Per gli apparecchi di appoggio mobili dovrà essere indicata nel progetto la posizione dell'apparecchio in relazione alle condizioni termiche di montaggio ed alla temperatura media di esercizio; questi dovranno inoltre essere dimensionati in base agli spostamenti massimi dovuti alla peggiore combinazione delle azioni.

Per le tensioni ammissibili ed i coefficienti di sicurezza dei materiali, dei rulli e delle piastre, si rinvia al Decreto Ministeriale di applicazione della Legge n.1086/'71 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed alle Istruzioni C.N.R. 10011/85.

Nel caso di impiego di acciai speciali dotati di elevata resistenza alle azioni di contatto, le tensioni ammissibili devono essere stabilite, caso per caso, in relazione alle caratteristiche meccaniche del materiale, delle quali si dovrà fornire adeguata documentazione.

b) appoggi in gomma e PTFE.

Le caratteristiche, il dimensionamento, la verifica, la posa in opera e le prove di accettazione degli apparecchi di appoggio in gomma e PTFE devono seguire quanto indicato nelle Istruzioni CNR-10018/85 "Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni".

L'uso degli appoggi elastomerici semplici, cioè costituiti da un solo strato di gomma, dovrà essere limi-

tato al caso di impalcati che abbiano spostamenti piccoli e comunque luci non superiori a 12 m.

Nel caso di impiego di appoggi elastomerici armati per travate di luce superiore a 30 m è fatto obbligo al costruttore di fornire i certificati di tutte le prove, distruttive e non, specificate nelle istruzioni del C.N.R. citate.

Tenuto conto della particolare severità delle condizioni ambientali e delle modalità di montaggio degli apparecchi in gomma per i ponti, i limiti della pressione media  $\sigma_v$  e  $\sigma_v'$  calcolati come previsto dalle citate Istruzioni C.N.R. sono ridotti all'80% e pertanto valgono rispettivamente 12 e 8 N/mm<sup>2</sup>.

### **6.1 Protezione dei vincoli**

Tutte le superfici metalliche non inossidabili che non siano conglobate nel getto di calcestruzzo, devono essere opportunamente verniciate in modo da garantirne la protezione superficiale dalla corrosione.

Per gli apparecchi di appoggio di cui alla lettera b), si deve provvedere ad opportuni sistemi di protezione (parapolvere, raschiapolvere, ecc.) onde proteggere i piani di scorrimento contro gli imbrattamenti ed i danneggiamenti.

Per i vincoli realizzati con cavi o barre pretesi, nelle zone non iniettate si deve provvedere a realizzare una adeguata protezione contro la corrosione.

### **6.2 Vincoli in zona sismica**

Al fine di ridurre gli effetti delle azioni sismiche, si possono adottare particolari dispositivi atti ad ammortizzare le vibrazioni ed a dissipare l'energia, la cui

efficienza dovrà essere adeguatamente comprovata sia per quanto riguarda l'apparecchio sia per quanto riguarda il comportamento globale della struttura.

In zona sismica gli apparecchi di appoggio scorrevoli dovranno consentire gli spostamenti previsti al punto B.9 delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, oltre ovviamente agli spostamenti relativi del suolo in corrispondenza dei punti di vincolo.

## **7. OPERE ACCESSORIE**

### **7.1 Giunti**

I giunti da adottare nei ponti devono soddisfare le seguenti esigenze:

- gli spostamenti previsti fra le strutture adiacenti devono verificarsi senza creare apprezzabili discontinuità, risalti ed avvallamenti del piano viabile, al fine di limitare le sollecitazioni di urto alle strutture e disturbi al traffico;
- l'operazione di sostituzione di parti danneggiate od usurate deve poter avere luogo possibilmente senza provocare la totale chiusura del ponte al traffico;
- devono essere adottati tutti gli accorgimenti utili ad evitare l'asportazione ed il refluento del materiale costituente la pavimentazione a contatto con il giunto;
- i materiali impiegati devono presentare caratteristiche meccaniche e chimiche tali da assicurare una adeguata durabilità;
- garantire una adeguata impermeabilità nei confronti dell'infiltrazione delle acque piovane.



Il giunto dovrà essere proporzionato per far fronte agli spostamenti relativi delle strutture che esso deve collegare; nella valutazione di tali spostamenti dovranno essere adottati opportuni criteri di prudenza. In ogni caso dovrà essere adottato un adeguato margine di sicurezza, sia nel caso della chiusura che dell'apertura del giunto rispetto alla massima escursione totale prevista.

Nel dimensionamento degli elementi costituenti il giunto si dovrà tener conto della natura ciclica e dinamica delle sollecitazioni che può dar luogo a rilevanti effetti di fatica.

Particolare cura dovrà essere posta nel proporzionamento e nella posa degli ancoraggi di collegamento del giunto alle strutture adiacenti, tenendo anche conto, se del caso, degli spostamenti e delle rotazioni delle strutture.

In zona sismica non si applicano ai giunti le prescrizioni di cui al punto B.9 delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

## **7.2 Pavimentazione stradale**

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso più frequente di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte debbono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione.

### 7.3 Impermeabilizzazione

#### a) Caratteristiche.

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;
- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;

- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

b) Materiali e loro posa in opera.

Si dovranno utilizzare materiali e trattamenti per i quali si disponga di un'adeguata documentazione sperimentale, in particolare per ciò che riguarda la permanenza nel tempo delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Si raccomanda la massima cura nella finitura delle superfici da proteggere.

Gli spessori degli strati da stendere dovranno essere comunque tali da coprire con sicurezza ed efficacia le eventuali irregolarità superficiali e consentire la sicura continuità degli strati.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla protezione delle zone singolari dei ponti (marciapiedi, cordoli, bocchettoni per acqua piovana, ecc.) che costituiscono potenziali vie di penetrazione delle acque.

#### **7.4 Smaltimento delle acque piovane**

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale.

I vari bocchettoni, cui resta affidata la funzione di evacuazione di cui sopra, devono essere disposti in numero ed in posizioni dipendenti dalla geometria plano-altimetrica della sede stradale e, di regola, devono presentare sezione libera di deflusso di almeno 50 cm<sup>2</sup>.

Ogni bocchettone deve essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata ad una piastra metallica direttamente poggiata sull'estradosso del rustico del piano viario, al di sopra del quale è distesa in modo opportuno la impermeabilizzazione.

Il tubo di eduazione dovrà essere prolungato fino a portare l'acqua di scolo a distanza tale da evitare scolature sulle strutture anche in presenza di vento.

Nel caso di attraversamento di zone urbane ed in tutti quei casi in cui le acque di eduazione possono produrre danni e inconvenienti, è prescritto che esse siano intubate fino a terra ed eventualmente immesse in un sistema fognante.

Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo, verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture. Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione e di gocciolatoi, al

fine di evitare scoli di acque sul manufatto.

### **7.5 Ispezionabilità delle opere**

Di regola le opere devono essere ispezionabili in tutte le loro parti e pertanto occorrerà predisporre gli opportuni accorgimenti che ne consentano l'attuazione.

Nelle tipologie di impalcato a sezione chiusa, si deve prevedere - ove possibile - anche l'ispezionabilità interna a mezzo di appositi passi d'uomo; in caso contrario si dovrà o prevedere appositi provvedimenti che assicurino un più elevato livello di protezione delle pareti interne oppure adottare accorgimenti che consentano comunque l'ispezione ottica.

Quanto sopra vale anche per le pile di rilevante importanza statica a struttura cava cellulare (ad una o più celle) per le quali sia necessaria l'ispezionabilità interna.

## **8. NORME DI ESECUZIONE E COLLAUDO**

### **8.2 Collaudo**

Le norme tecniche oggetto delle presenti istruzioni vietano la messa in esercizio dei ponti prima dell'esecuzione del collaudo statico. Ne consegue pertanto l'esigenza che le operazioni di collaudo vengano espletate con tempestività adeguate alle necessità di apertura al traffico. Anche a tal fine si ritiene che - salvo il caso di modesti manufatti - il collaudo statico venga affidato "in corso d'opera".

Per quanto concerne inoltre gli accertamenti di

collaudo, le medesime norme tecniche rinviano alle corrispondenti norme emanate ai sensi dell'art.21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 per le opere in c.a., in c.a.p. ed a struttura metallica. A tale proposito si ricorda che le prescrizioni di cui al D.M. 27.7.1985, punto 8 parte I e punto 7 parte II, sono prescrizioni "di minima" inderogabili e che il Collaudatore, nell'ambito dei suoi poteri discrezionali, potrà estendere i propri accertamenti ove ne ravvisi la necessità.

Qualora in un lotto stradale, soggetto a collaudo unico, ricadano ponti che presentano caratteristiche ripetitive, è consentito al Collaudatore di sottoporre alle prove di carico solo alcune delle opere o degli elementi strutturali ripetuti fra loro uguali, purchè ciò sia fatto almeno una volta per ogni tipo diverso e, nell'ambito di uno stesso tipo di opere o di elementi ripetuti, almeno una volta ogni cinque.

Tutte le opere devono essere, in ogni caso, assoggettate singolarmente al carico e per esse il Collaudatore accerterà che non si producano lesioni od altri segni esteriori di dissesto durante od a seguito del carico.

Quando per la realizzazione delle opere in questione si adottino tecniche esecutive di tipo non sufficientemente sperimentato, si raccomandano tempestive prove di carico, con rilevamento dello stato della tensione e di deformazione del primo complesso strutturale realizzato.

I carichi di prova dovranno essere, di regola, tali da indurre nelle strutture dei ponti le massime sollecitazioni di progetto sia globali che locali. Solo in caso di accertata difficoltà a disporre di tali carichi è consentita una riduzione, fino al 20%, delle sollecitazioni massi-

me dovute al carico accidentale incrementato dal coefficiente dinamico.

Le deformazioni teoriche saranno calcolate tenendo conto delle prescrizioni fornite dalle norme vigenti per quanto concerne i valori delle sezioni reagenti da assumere per le strutture in c.a. e c.a.p.

Le deformazioni reali saranno misurate con i sistemi più opportuni atti a fornire al Collaudatore valori convenientemente approssimati delle deformazioni stesse.

Nel rilevamento delle deformazioni sarà necessario adottare metodologie ed accorgimenti atti ad individuare e separare l'influenza diretta e indiretta delle variazioni termiche che possono verificarsi durante la prova.

Il Collaudatore potrà anche procedere, in aggiunta alle prove di carico ed alle misure prima indicate, all'esecuzione di controlli a mezzo di prove dinamiche, prove fisiche, ecc.

In ogni caso il Collaudatore dovrà effettuare i riscontri geometrici essenziali dell'opera (ad es.: verticalità delle pile; posizione e corsa iniziale degli apparecchi di appoggio, ecc.), confrontandoli con i dati di progetto e riportandoli nella relazione di collaudo, anche al fine dei periodici successivi accertamenti.

## **9. LA GESTIONE DEI PONTI STRADALI**

### **9.1 Generalità**

Le strutture da ponte inserite nella rete stradale nazionale devono presentarsi in permanente stato di agibilità tecnica, con riferimento, ovviamente, alle caratteristi-

che dei tronchi stradali cui esse sono a servizio.

Gli enti preposti alla gestione delle strade ai vari livelli esistenti (strade statali, regionali, provinciali, comunali, vicinali) e, per essi, gli Uffici Tecnici competenti, devono avere conoscenza, per quanto possibile completa, delle caratteristiche delle opere a loro affidate. Tali conoscenze devono essere sostenute da adeguata documentazione tecnica, da istituire per ogni opera o per gruppi di opere, contenente tutti i dati salienti relativi al progetto, alla esecuzione, al collaudo, alla gestione.

La necessità di assicurare le dovute condizioni di sicurezza dell'utente, esige una assidua attenzione da parte degli enti gestori al fine di garantire una buona e corretta conservazione delle opere: in tal senso vanno tenute in particolare considerazione la vetustà di molti ponti, la riclassificazione delle strade cui essi sono a servizio, l'aumento dei carichi circolanti.

La gestione dei ponti stradali si esplica attraverso le seguenti operazioni:

- vigilanza;
- ispezione;
- manutenzione: ordinaria-straordinaria;
- interventi statici: restauro-adeguamento-ristrutturazione.

## **9.2 Vigilanza**

La vigilanza sullo stato di conservazione dei ponti deve essere permanente.

Il personale incaricato effettuerà con frequenza prestabilita visita ai manufatti, anzitutto per il controllo dello stato del piano viabile e poi per un esame di superficie delle strutture visibili degli impalcati e dei soste-



gni, onde accertare ogni fatto nuovo, l'insorgere di anomalie esterne, come fessurazioni, deformazioni anomale, armature scoperte, spostamenti relativi, movimenti del terreno, e dovrà immediatamente segnalare tali fatti all'Ufficio da cui dipende.

Lo stesso personale, nel caso in cui riscontri gravi anomalie, prenderà provvedimento immediato di chiusura del ponte al traffico o di limitazione della carreggiata.

L'Ufficio, dietro la segnalazione di cui sopra, disporrà una ispezione o un controllo adeguati alla importanza dell'anomalia segnalata.

Ispezioni o controlli straordinari dovranno essere altresì disposti per quei manufatti che dovessero essere stati interessati da eventi eccezionali quali alluvioni, piene, sismi, gravi incidenti stradali che potessero avere interessato le strutture, ecc.

La documentazione delle operazioni di cui sopra dovrà essere allegata alla documentazione tecnica di cui al punto 9.1.

### **9.3 Ispezione**

Gli Uffici Tecnici delle Amministrazioni proprietarie delle strade, o alle quali la gestione delle strade è affidata, devono predisporre un sistematico controllo delle condizioni statiche e di buona conservazione dei ponti. La frequenza delle ispezioni deve essere commisurata alle caratteristiche ed alla importanza dell'opera, nonché alle risultanze della vigilanza.

Il controllo, da eseguire sulla base della documentazione disponibile, sarà volto ad accertare periodicamente le condizioni di stabilità dell'opera e dei suoi

clementi strutturali e lo stato di conservazione delle strutture stesse e delle parti accessorie. Le ispezioni, di norma visuali, devono riguardare, oltre che le strutture e le pertinenze dell'opera, anche le fondazioni, lo stato dei pendii, le situazioni in alveo, con particolare riferimento a stati di erosione.

L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla documentazione tecnica di cui al punto 9.1. A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato dell'opera.

In caso in cui l'opera presentasse segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici e nel frattempo adottare direttamente, in casi di urgenza, eventuali limitazioni all'esercizio dell'opera.

#### **9.4 Manutenzione**

Per manutenzione deve intendersi il complesso di operazioni necessarie a mantenere l'opera nella sua piena efficienza, nel rispetto delle sue originarie caratteristiche.

Le operazioni di manutenzione possono essere ordinarie o straordinarie.

##### **9.4.1 Manutenzione ordinaria**

Le operazioni di manutenzione ordinaria di regola comprendono:

- pulizia delle varie parti dell'opera compresi gli appoggi, anche con mezzi meccanici, al fine di asportare tutti i

- materiali estranei;
- sostituzione di elementi accessori deteriorati con operazioni di semplice smontaggio e montaggio;
  - riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
  - riparazioni localizzate di impermeabilizzazione e pavimentazione;
  - interventi localizzati contro la corrosione;
  - operazioni di riparazione dei giunti di dilatazione.

#### **9.4.2 Manutenzione straordinaria**

Le operazioni di manutenzione straordinaria di regola comprendono:

- ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato da eseguire anche con materiali speciali;
- protezione delle armature scoperte, estesa ad ampie zone;
- protezione dei calcestruzzi da azione disgreganti (gelo, sali solventi, ambiente aggressivo, ecc) con eventuale applicazione di film protettivi;
- sigillatura di fessure di strutture in c.a. od in c.a.p., che non richiedano interventi più specifici;
- interventi su bullonature, saldature o parti comunque danneggiate di strutture metalliche;
- protezione contro la corrosione su grandi superfici in strutture metalliche;
- ripristino di strutture di mattoni o pietra da taglio;
- protezione delle armature da azioni disgreganti (gelo, sali, ambiente aggressivo, ecc.);
- riparazione e ricostruzione di ampie porzioni o della totalità della pavimentazione e dell'impermeabilizzazione degli impalcati;

- sostituzione di giunti di dilatazione;
- interventi sugli appoggi e dispositivi di vincolo con messa in ripristino o sostituzione totale o parziale.

## **9.5 Restauro statico, adeguamento, ristrutturazione**

### **9.5.1 Definizioni**

Per restauro statico si intende il complesso di interventi volti al ripristino della capacità portante originaria di un ponte deteriorato.

Per adeguamento si intende il complesso di interventi che, nel rispetto sostanziale della geometria e dello schema statico originario, pongano in grado la struttura di far fronte ad azioni maggiori o diverse da quelle del progetto originario.

Per ristrutturazione si intende infine il complesso di interventi volti al ripristino od anche all'aumento della capacità portante, interventi comportanti peraltro una modifica delle caratteristiche geometriche (ad es. allargamento della sede stradale) o dello schema statico originario dell'opera.

L'adeguamento e la ristrutturazione possono interessare ovviamente anche opere in buono stato di conservazione.

### **9.5.2 Progettazione degli interventi**

Per importanti interventi di restauro ed, in ogni caso, per gli interventi di adeguamento e ristrutturazione, si dovrà procedere alla redazione di un progetto completo, che prenda in esame, sotto tutti gli aspetti, la struttura esistente ed il suo futuro assetto statico.

In particolare, in funzione delle caratteristiche dell'opera e dell'importanza dell'intervento, dovranno prendersi in considerazione e svilupparsi alcune o tutte le seguenti operazioni:

- rilievo geometrico completo dell'opera e confronto con la documentazione tecnica esistente;
- indagini sulle fondazioni, sul loro stato e sulla loro capacità di portanza in rapporto con le caratteristiche del terreno;
- indagini sui materiali, mediante opportune serie di prove distruttive e/o non distruttive;
- rilievo del reale stato dell'opera con indicazione di stati fessurativi, di eventuale degrado e dello stato dei vincoli;
- relazione tecnica che illustri la natura e l'opportunità delle scelte progettuali effettuate, le tecniche e le modalità esecutive da adottare, i materiali normali e speciali da impiegare;
- elaborati di calcolo estesi anche ad eventuali fasi transitorie dell'intervento, con particolare riferimento ad eventuali problemi di redistribuzione delle sollecitazioni e delle deformazioni.

Ulteriori indagini e studi potranno rendersi necessari in relazione alle singole tipologie ed alle specifiche situazioni.

Ad interventi conclusi, le opere dovranno essere assoggettate a collaudo statico secondo le modalità previste nelle norme tecniche e nelle presenti istruzioni.