

**MINISTERO LAVORI PUBBLICI
PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE
SERVIZIO TECNICO CENTRALE**

**LEGGE 2 FEBBRAIO 1974, n. 64, ART. 1
ISTRUZIONI RELATIVE ALLA NORMATIVA TECNICA
DEI PONTI STRADALI**

(Circolare prot. n. 20.977 - 11 novembre 1980)

Con decreto ministeriale 2 agosto 1980, pubblicato nel supplemento ordinario della *Gazzetta Ufficiale* n. 308 del 10 novembre 1980, 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 con una numerazione corrispondente a quella delle Norme.

1. INTRODUZIONE

1.2.

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 seguenti norme:

- Norme sulle caratteristiche delle strade (CNR - 73);
- Norme CNR - UNI 10018 - 72 «Appoggi in gomma nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego»;
- Norme UNI 3963 «Rugosità delle superfici. Definizione, misure, norme generali» - 2ª edizione, settembre 1960.

2. PRESCRIZIONI GENERALI

2.1.1. .

La sede stradale deve essere progettata in accordo con quanto previsto dalle norme CNR vigenti (Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade).

Di regola sui ponti deve essere mantenuta la sezione stradale corrente, ivi comprese le pendenze trasversali, salvo quanto attiene ai marciapiedi come appresso indicato; particolare cura deve porsi nel realizzare le pendenze trasversali variabili qualora l'opera ricada in un tratto stradale con asse a curvatura variabile.

2.1.2.

Qualora in casi particolari validamente motivati ed escludendo comunque ponti di limitata lunghezza ed importanza, fosse necessario derogare da quanto prescritto in 2.1.1., 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 cento per velocità di progetto maggiore od uguale a 100 km/h, non maggiore di 2 per cento 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, ancorché continui, previsto dalle citate norme CNR per la categoria della strada in questione.

2.1.3.

Salvo situazioni particolari validamente motivate, nel caso di sezione stradale corrente con banchina di larghezza minore di 3 metri, 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 metri ed essere delimitato verso banchina da un ciglio di tipo sormontabile.

Qualora, invece, si debba prevedere sul ponte un apprezzabile transito pedonale, il marciapiede rialzato deve avere larghezza adeguata, ma non minore di 2 metri ed essere protetto da un sicurvia disposto sul ciglio a filo con la banchina; il parapetto esterno può essere in tal caso proporzionato in base alla sola spinta della folia.

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

2.1.4.

Nel caso 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 produrre la 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 in tempi accettabili, essere transitabili dagli speciali mezzi di soccorso.

2.4.

Nella relazione vanno in particolare illustrati i seguenti aspetti:

- giustificazione delle soluzioni proposte per l'ubicazione, l'asse del ponte, le dimensioni e la struttura del ponte in planimetria (direzione, ampiezza e lunghezza delle luci), in elevazione ed in fondazione tenuto conto del regime del corso d'acqua, delle forme idrografiche, della prevedibile evoluzione degli alvei, della natura geologica della zona interessata;

- studio idrologico sugli eventi di massima piena. Esame dei principali eventi di piena verificati nel corso d'acqua e previsione di massimi possibili futuri; caratterizzazione dei mesi dell'anno durante i quali possono verificarsi eventi di piena con riferimento alle previste fasi costruttive;

— studio idraulico concernente la correlazione tra portate e livelli liquidi nella sezione interessata, per condizioni dell'alveo non disturbato dal ponte; determinazione del rigurgito prodotto dal ponte e dalle opere ad esso connesse (ad esempio rilevati di accesso, muri di invito, soglie, platee) per diverse possibili situazioni costruttive, tenuto conto della presenza in alveo di altre opere d'arte, ove esistenti;

— indicazione dei criteri adottati per fissare il franco minimo rispetto al livello di massima piena;

— studio degli eventuali fenomeni di erosione e interrimento degli alvei, di scalzamenti delle pile e delle spalle, con indicazione dei provvedimenti difensivi;

— 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 che durante l'esercizio delle opere.

2.4.1. .

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

3. AZIONI

3.1. .

Secondo quanto indicato nelle «Norme sulla sicurezza e sui carichi», al paragrafo 2.1., i valori 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 valori di cui ai punti seguenti 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.

3.2.1. .

Per la valutazione dei pesi propri delle strutture S_i si farà riferimento ai pesi unitari dei materiali indicati nel capitolo II delle istruzioni relative alle «Norme sulla sicurezza e sui carichi».

3.2.2. .

Per la valutazione del peso della pavimentazione stradale, in mancanza di diverse indicazioni di progetto, si deve prevedere un carico di $0,3 \text{ t/m}^2$.

3.2.3. .

Gli altri carichi permanenti g_3 (spinta delle terre, sottospinte idrauliche, ecc.) vanno introdotti nei calcoli con la massima e minima valutazione in modo da ottenere le condizioni di verifica più gravose.

In particolare nel calcolo delle spinte delle terre dovute ai terrapieni dovrà tenersi conto anche della presenza di eventuali carichi mobili e sovraccarichi.

3.3.1. .

Quando del caso si deve tener conto delle conseguenze sulle strutture iperstatiche di eventuali cedimenti di fondazione da valutarsi sulla base delle norme geotecniche, considerando il grado di incertezza delle previsioni.

Gli effetti di tali cedimenti vanno aggiunti a quelli delle distorsioni di progetto, quando rendono più gravose le condizioni di verifica della struttura o di sue parti.

Non rientra nelle distorsioni qui menzionate la precompressione nella struttura di c.a.p. per la quale vale quanto specificato dalle norme tecniche emesse ai sensi della legge del 5 novembre 1971, n. 1086.

3.3.2. .

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 vigenti norme tecniche.

3.4.4.1. .

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.

3.5. .

I valori di g e q nel caso di carichi concentrati andranno calcolati ripartendo questi ultimi uniformemente sulla stesa L .

Nel caso di elementi strutturali di luce inferiore a 10 m si assume $\phi = 1,4$.

3.9. .

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

a) Masse strutturali

Con riferimento a quanto indicato nel 1° comma del punto B.3. delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica» di cui al DM 3 marzo

1975, nel computo delle masse strutturali, si assumeranno solamente quelle associate al peso proprio ed ai carichi permanenti portati, con esclusione dei carichi mobili, salvo casi particolari per i quali risulti necessario tener conto di una aliquota dei carichi mobili stessi.

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

Con riferimento al punto B.9. delle 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) 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.

3.13.1. .

Ciascuno dei carichi indicati nelle formule di combinazione deve essere scelto secondo quanto indicato al punto 3.4.4.2. delle Norme.

Inoltre, per i ponti in zona sismica è da tener presente che la prescrizione di effettuare le verifiche di sicurezza considerando almeno le condizioni di carico indicate dalle «Norme», non esime il progettista dal considerare combinazioni di carico più onerose in relazione alle caratteristiche dell'opera in accordo con le prescrizioni delle Norme sulla sicurezza e sui carichi; ciò vale in particolare, ad esempio, per i ponti, i viadotti e le sopraelevate ricadenti in zone sismiche per i quali può risultare più gravoso della combinazione G_{VI} aggiungere ai carichi in essa previsti una aliquota dei carichi accidentali quale può risultare dal considerare unicamente i carichi q_{1B} .

4. Verifiche di sicurezza

4.4. .

Per quanto concerne i limiti deformazionali 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 (rilevabili dalle linee di influenza degli abbassamenti, delle rotazioni flessionali e di quelle torsionali) 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 in relazione al particolare tipo strutturale.

Ai fini dell'esercizio, detti limiti non potranno comunque superare i valori indicati nella seguente tabella.

l (m)	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
$\frac{f_{max}}{l}$	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,00225	0,00225	0,00275	0,003	0,003	0,003
φ (max)	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,0095	0,010	0,0135	0,015	0,015	0,015
θ (max)	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,015	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020

4.6. .

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

5. Strutture portanti

La funzione portante di un ponte si esplica nel sostegno della sede viaria e nella trasmissione dei carichi permanenti e mobili da questa al terreno di fondazione. Tale funzione viene assolta dalla cosiddetta struttura principale, che risulta definita, caso per caso, dal comportamento statico di insieme (struttura a travata, a piastra, a telaio, ad arco, strallata, sospesa, ecc.).

5.1. .

In molti casi l'impalcato assolve anche la funzione di struttura principale, eventualmente in collaborazione, secondo diversi schemi strutturali, con le pile e le spalle.

In genere il comportamento di un impalcato può essere schematizzato in un comportamento «locale», che interessa essenzialmente le membrature sottoposte all'effetto diretto del carico, ed in un comportamento «globale», che interessa tutta la struttura nel suo insieme.

Effetti locali

La soletta, in relazione alla forma della sezione trasversale ed alla geometria dell'impalcato si schematizza, di regola, come piastra con opportune condizioni di vincolo. In casi semplici è ammessa anche la schematizzazione a striscia di opportuna «larghezza collaborante», da valutarsi caso per caso per le singole condizioni di carico.

Per le solette di spessore costante, per le quali si adotti la schematizzazione a striscia, la larghezza collaborante può essere fissata, in mancanza di determinazione più rigorosa, pari alla corrispondente dimensione del rettangolo di ripartizione del carico aumentata di metà della luce della soletta. Negli sbalzi di spessore costante si può assumere che ogni striscia di carico a distanza x dall'incastro chiami a collaborare una zona di incastro pari alla dimensione della striscia aumentata di $2x$.

In prossimità di interruzioni strutturali della continuità della soletta, in mancanza di valutazione più rigorosa che tenga conto anche degli effetti d'urto, deve essere applicato il moltiplicatore 3 ai valori delle caratteristiche della sollecitazione determinati come sopra indicato. La zona di soletta interessata da questa maggiorazione deve avere sviluppo longitudinale pari a metà della luce o alla lunghezza dello sbalzo e comunque non inferiore a 1,00 m.

Quando la soletta si calcola come striscia si deve considerare un momento secondario agente ortogonalmente alla direzione della striscia, di segno sia positivo che negativo, pari al 25% del massimo momento principale calcolato.

Effetti globali

Negli impalcati schematizzabili come un graticcio costituiti da soletta e nervature, si può adottare il metodo dei «coefficienti di ripartizione» dopo aver opportunamente valutato le rigidezze in gioco.

Negli impalcati a cassone di notevoli dimensioni non sufficientemente diaframmati, si deve tener conto, quando del caso, della «perdita di forma» della sezione e delle sollecitazioni trasversali che ne conseguono.

Per gli impalcati in acciaio in lamiera irrigidita può rendersi necessaria la verifica nei riguardi dell'instabilità non solo dei singoli componenti della piastra, ma anche della piastra nel suo insieme quale elemento compresso della struttura principale. Le verifiche devono essere effettuate tenendo conto delle imperfezioni geometriche corrispondenti alla tolleranza di costruzione.

5.2.1. .

Nelle pile di cemento armato a sezione scatolare le pareti devono avere uno spessore non inferiore a *cm* 25.

5.3. .

Particolare cura deve essere posta nelle spalle «passanti» e nelle spalle con «risvolti» laterali, in modo da garantirsi dal pericolo di smottamento del terreno con conseguente formazione di dissesti sul piano stradale.

È consigliabile l'adozione di una soletta di accoppiamento appoggiata tra la spalla ed il rilevato. Per le spalle passanti, la superficie su cui agisce la spinta si può valutare come somma delle superfici di ingombro dei vari elementi, moltiplicata per un coefficiente di maggiorazione da definirsi in relazione alle caratteristiche e configurazioni del terreno in cui gli elementi restano immersi: ciò per tener conto delle azioni delle fasce di terra contigue agli elementi stessi.

Nella costruzione e nel calcolo delle spalle devono essere seguiti tutti gli accorgimenti e le prescrizioni relativi alle opere di sostegno delle terre (drenaggio, fori per scolo delle acque ed aerazione del terreno, valutazione della effettiva situazione di spinta, ecc.), contenuti nelle norme geotecniche.

6. Vincoli

6.1.1. .

Le verifiche di resistenza devono essere effettuate con specifico riferimento ai materiali adottati e seguendo i criteri stabiliti dalle norme tecniche vigenti.

Devono inoltre essere adottati adeguati dispositivi atti ad evitare sconnessioni fra le membrature collegate anche in condizioni anormali di funzionamento: a tal fine tutti gli appoggi mobili devono essere muniti di dispositivi di fine corsa, in maniera da arrestare il movimento qualora questo, per qualsiasi causa, risultasse di entità superiore a quella prevista dal progettista.

6.1.2. Appoggi fissi e mobili di acciaio.

Gli appoggi fissi devono presentare dispositivi atti ad impedire gli spostamenti relativi orizzontali ed a resistere alle forze orizzontali trasmesse dal vincolo.

Gli appoggi mobili, a rulli o a pendoli, devono soddisfare le seguenti esigenze:

— le superfici di contatto devono essere accuratamente lavorate alla macchina utensile e l'errore di planarità f deve soddisfare la seguente condizione:

$$\frac{f}{L} \leq \frac{1}{1000} \text{ per } L \geq 400 \text{ mm}$$

$$f \leq 0,4 \text{ mm per } L < 400 \text{ mm}$$

dove L è la lunghezza del rullo.

— la rugosità R_A delle superfici di contatto degli appoggi fissi e mobili, determinata secondo la norma UNI 1963, deve essere inferiore ad 1;

— la lunghezza dei rulli non deve essere eccessiva; essa deve di norma soddisfare la seguente condizione:

$$L/D \leq 5$$

dove L e D sono rispettivamente la lunghezza ed il diametro dei rulli.

Negli appoggi pendolari la rotazione massima del pendolo deve essere controllata in relazione al previsto comportamento del vincolo.

Negli appoggi sia a rulli che a pendoli deve essere garantito un margine di piastra, oltre la posizione di massima traslazione, adeguato all'entità della stessa e comunque non inferiore a 30 mm.

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 1086 «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso per le strutture metalliche» ed alle istruzioni CNR UNI 10011/73.

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.

6.1.3. Appoggi in gomma sintetica.

Le caratteristiche, il dimensionamento, la verifica, la posa in opera e le prove di accettazione devono seguire quanto indicato dalle istruzioni CNR-UNI 10018/72 «Appoggi in gomma nelle costruzioni».

Di norma l'impiego di appoggi mobili costituiti da soli cuscinetti di neoprene armato, deve essere limitato a travate aventi luce non superiore a 30 metri.

6.1.4. Appoggi mobili a scorrimento.

Sotto questa denominazione sono compresi gli appoggi in cui le traslazioni relative sono assicurate da un basso coefficiente di attrito che si realizza tra uno strato di materiale sintetico (generalmente PTFE - politetrafluoroetilene) ed una lastra di acciaio inossidabile o cromato.

Le caratteristiche di progetto, compresi i valori del coefficiente di attrito per i diversi valori del carico, devono essere garantite per la prevista durata di esercizio e comprovate da adeguata documentazione sperimentale.

6.1.5. Apparecchi di appoggio speciali.

L'impiego di apparecchi di appoggio diversi da quelli precedentemente indicati è consentito a condizione che l'idoneità degli stessi sia comprovata da adeguata documentazione.

6.2. .

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 al punto 6.1.4., 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 un'adeguata protezione contro la corrosione.

6.4. .

Al fine di ridurre gli effetti delle azioni sismiche si possono adottare particolari dispositivi atti ad ammortizzare le vibrazioni ed a dissipare l'energia. L'impiego di tali accorgimenti richiede il calcolo dinamico dell'intera struttura.

7. Opere accessorie

7.1. .

I giunti da adottare nei ponti devono inoltre 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 senza provocare la totale chiusura del ponte al traffico;
- devono essere adottati tutti gli accorgimenti utili ad evitare l'asportazione ed il rifluimento del materiale costituente la pavimentazione a contatto con il giunto;
- i materiali impiegati devono presentare adeguate caratteristiche meccaniche e chimiche, tali da assicurare una adeguata durabilità.

Dimensionamento

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 senso 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 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 in conto, se del caso, degli spostamenti delle strutture durante la posa in opera dei giunti.

7.2.1. Tipi normali.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada in cui 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. Questi strati saranno disposti al di sopra della impermeabilizzazione e dell'eventuale strato (massetto e simili) di spessore variabile per realizzare le necessarie pendenze trasversali.

L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore a 2% e deve avere spessore non inferiore a 7 cm, di cui almeno 3 cm destinati allo strato superiore di usura, per le solette in cemento armato, e non inferiore a 5,5 cm per le lamiere irrigidite.

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.

7.2.2. Tipi in conglomerato cementizio.

Qualora si adotti una pavimentazione di conglomerato cementizio, questo deve avere dosaggio in cemento non minore di 300 kg/m^3 e presentare una resistenza caratteristica a trazione per flessione di almeno 40 kg/cm^2 , determinata mediante prova diretta di flessione su travetti a 28 giorni di stagionatura.

Le pavimentazioni di calcestruzzo sui ponti sono di norma, costituite da lastre portanti, di spessore adeguato, posate sullo strato impermeabilizzante e quindi non aderenti al calcestruzzo di impalcato e non collaboranti con le strutture del ponte.

La maturazione dei getti deve essere particolarmente curata per evitare fessurazioni superficiali che in ogni caso debbono essere saturate con opportune resine.

7.2.3. Tipi speciali.

Pavimentazioni di tipo speciale possono essere adottate per comprovati motivi, salvo approvazione dell'Ente proprietario delle strade, sulla base di adeguata documentazione tecnica e sperimentale.

7.3.1. 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 lungo la strada;

— 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 che 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;

— il materiale impermeabilizzante deve conservare inalterate le suaccennate caratteristiche:

a) tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10 e $+60^{\circ}\text{C}$;

b) sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Saranno da preferirsi sistemi e materiali per i quali siano previsti e possibili prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

7.3.2. Materiali e loro posa in opera.

I materiali per la impermeabilizzazione potranno essere costituiti da miscela a base di leganti idrocarbonati (bitume, catrame, asfalti) e a base di materie plastiche semisintetiche e di resine derivanti sia da policondensazione che da polimerizzazione e loro miscele.

I materiali di cui sopra potranno essere miscelati con altre sostanze ed accompagnati da inerti aventi scopo di supporto. Gli strati potranno essere rinforzati con lamine e fili, tessuti o non tessuti di idonei materiali.

Si dovranno utilizzare materiali e trattamenti per i quali si disponga di un'adeguata documentazione sperimentale.

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) 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 a 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^2 .

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 la pavimentazione stradale.

Il tubo di eduazione deve essere prolungato fino a portare l'acqua di scolo a distanza tale da evitare scolature sulle strutture.

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 filtrazioni 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.

7.5.1. Ispezionabilità interna delle travate cellulari.

Le travate del tipo a cassone chiuso devono essere ispezionabili dall'interno a mezzo di appositi passi d'uomo da ubicarsi, possibilmente, non in corrispondenza della carreggiata.

Onde permettere l'ispezionabilità della struttura lungo tutto il suo sviluppo, le membrature trasversali devono prevedere passaggi con scalette, se necessario, di tipo permanente.

7.5.2. Ispezionabilità interna delle pile o dei supporti cavi.

Tutte le pile ed i supporti costituiti con struttura cava cellulare debbono essere completamente ispezionabili e pertanto gli eventuali setti interni verticali ed orizzontali devono essere muniti di opportuni passi d'uomo.

Una scala metallica murata ad una parete verticale, dovrà permettere la visita agevole a tutti i livelli della struttura.

L'accesso ad ogni pila deve essere assicurato da una porta metallica con serratura, la cui soglia deve trovarsi a non meno di quattro metri al di sopra del piano di campagna.

Per le pile di altezza non superiore ai metri dodici, per le quali è agevole l'ispezione esterna, può omettersi la porta di comunicazione con l'esterno e la scala interna, ma deve comunque essere predisposto un opportuno passo d'uomo.

7.5.3. Ispezionabilità esterna.

Per le opere di grande altezza od in particolari condizioni per cui riesca difficile ispezionare da basso i vari apparecchi di appoggio, si prescrive che essi siano raggiungibili dal piano stradale mediante attrezzatura fissa, a meno che l'Amministrazione a cui spetta l'ispezione dell'opera sia attrezzata ad effettuarla per mezzo di speciale passerella portata da automezzo transitante sulla sede viaria.

8. Norme di esecuzione e collaudo

8.2.1. .

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, con rilevamento delle deformazioni, solo alcune delle opere o degli elementi strutturali ripetuti fra loro uguali, purché 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 o disturbo statico durante o 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 di tensione e di deformazione del primo complesso strutturale realizzato.

8.2.2. .

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 massime dovute al carico accidentale incrementato dal coefficiente dinamico.

8.2.3. .

Oltre che alle valutazioni di cui all'art. 8 — parte 1^a — del D.M. 26-3-1980, il Collaudatore dovrà procedere alla valutazione degli effetti della eccentricità dei carichi.

8.2.4. .

Le deformazioni teoriche saranno calcolate con gli ordinari metodi della scienza delle costruzioni, 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.

8.2.5. .

Nell'esecuzione delle prove di carico, il Collaudatore — ferma restando la propria responsabilità in merito all'acquisizione dei risultati — potrà rivolgersi

a terzi per quanto attiene all'impiego di apparecchi e strumenti per la misurazione delle deformazioni ed eventualmente delle sollecitazioni.

9. Manutenzione ed Ispezione dei ponti

9.1. Manutenzione.

Per le opere in muratura o calcestruzzo semplice, dovrà evitarsi il permanere di lesioni, per le strutture in c.a. e c.a.p. dovrà evitarsi che possano verificarsi aggressioni alle armature metalliche, in particolare a quelle tese.

Per le opere metalliche dovrà curarsi che la superficie del metallo, sia esterna che interna, risulti sempre efficacemente protetta.

In ogni tipo di ponte dovrà inoltre verificarsi il corretto funzionamento degli appoggi; secondo i casi dovrà, all'occorrenza, provvedersi alla pulizia, alla revisione, alla messa a punto, ed anche alla sostituzione degli appoggi, ove essi siano riscontrati inservibili.

Dovrà verificarsi, inoltre, l'efficienza degli strati impermeabilizzanti, la corretta configurazione superficiale atta al rapido allontanamento delle acque, l'efficienza dei pluviali, lo stato ed impermeabilità dei giunti, l'integrità della pavimentazione, lo stato degli alloggiamenti dei sostegni dei sicurvia.

9.2. Ispezione.

Gli Uffici tecnici delle Amministrazioni proprietarie della strada, o alle quali la gestione della strada è affidata, dovranno disporre per un sistematico controllo delle condizioni statiche dei ponti.

Il controllo dovrà essere inteso sia nel senso di accertare periodicamente le condizioni di stabilità delle varie strutture dei ponti, in particolare quelle portanti, che il loro stato di conservazione ai fini del mantenimento in efficienza delle strutture stesse e delle varie parti accessorie.

I controlli devono investire oltre che le strutture, anche le pertinenze dei manufatti, zona di posa delle fondazioni, letto ed alveo dei corsi d'acqua, scarpate e terreno latistante.

9.2.1. .

La vigilanza sullo stato di consistenza e sulla statica dei ponti deve essere permanente.

Essa deve essere esplicita ai vari livelli dagli agenti e dai funzionari addetti, con periodicità rapportata al grado tecnico dell'accertamento ed all'importanza delle singole opere.

9.2.2. .

Il personale incaricato ispezionerà con criterio rotazionale i manufatti, anzitutto mediante controllo dello stato del piano viabile e poi mediante un

esame di superficie delle strutture visibili (pile, pilastri, archi, volte, solette, travate, nervature, muri) onde accertare ogni fatto nuovo, l'insorgere di anomalie esterne, come lesioni, crepe, fessurazioni, rigonfiamenti, deformazioni anomale, distacchi, cedimenti, movimenti, nonché scoscendimenti o franamenti del terreno presso le rive, le scarpate, il fondo valle 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.

9.2.3. .

L'Ufficio, dietro la segnalazione di cui sopra, disporrà senza alcun indugio una ispezione o un controllo, al livello che sarà suggerito dalla comunicazione ricevuta.

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

9.2.4. .

Le risultanze delle operazioni di cui sopra saranno riportate sui moduli prestabiliti dalle rispettive Amministrazioni, moduli che verranno raccolti in appositi fascicoli contenenti altresì tutti i dati salienti relativi ai progetti, alla costruzione, al collaudo ed alla manutenzione straordinaria delle singole opere.