

*AUTONOME PROVINZ BOZEN –
SÜDTIROL*

*ASSESSORAT FÜR ÖFFENTLICHE
BAUARBEITEN*

ABTEILUNG 10

*PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO
ADIGE*

*ASSESSORATO AI LAVORI
PUBBLICI*

RIPARTIZIONE 10

*TECHNISCHE BEDINGUNGEN
FÜR DIE STATISCHE KONTROLLE
UND DIE ABNAHME DER
BRÜCKEN VON LANDES
INTERESSE*

*DISCIPLINARE TECNICO
PER IL CONTROLLO STATICO
ED IL COLLAUDO DEI PONTI DI
INTERESSE
PROVINCIALE*

DPP 28/11/2011 Nr. 41
Art. 3, Absatz 1, Buchstabe f)
Art. 4 und Art. 7

DPP n. 41 28/11/2011
Art. 3, comma 1, lettera f)
art. 4 e art. 7

Indice	pagina
- PREFERAZIONE	2
<u>DISCIPLINARE TECNICO</u>	4
Allegati:	
1) RILIEVO STRUTTURALE	7
2) INDAGINI SUI MATERIALI	10
3) CALCOLO STATICO	13
4) PROVE DI CARICO	14
TRANSITABILITA'	16
Appendice:	
a) SCHEMI DI CARICO	21
b) ESEMPIO DI CALCOLO	22

PREFAZIONE

Oggetto del presente DISCIPLINARE TECNICO è l'applicazione del DECRETO Del PRESIDENTE DELLA PROVINCIA del 28 novembre 2011 n. 41 in riferimento all'art. 3, comma 1, lettera f) relativo ai valori massimi della transitabilità ammessa sui ponti, all'art. 4, relativo al controllo statico per la valutazione della sicurezza dei ponti esistenti e all'art. 7 relativo al rinnovo dei collaudi.

Per la classificazione dei ponti costruiti precedentemente al 2009 si fa riferimento alle norme tecniche vigenti prima del 2009 laddove i manufatti in esame non rientrano nelle classi previste (1^a e 2^a categoria) e nondimeno sono atti a sopportare un traffico veicolare, è stata introdotta una classe ulteriore (2^a categoria ridotta), definita in relazione ai carichi standard desunti dalle caratteristiche geometriche e di massa dei mezzi in circolazione ammessi dal vigente Codice della Strada.

Per i ponti costruiti dopo l'entrata in vigore del DM 14/01/2008 si fa riferimento alle vigenti norme tecniche. Si assumerà come norma di riferimento per le valutazioni statiche quella indicata nel relativo collaudo statico dell'opera.

Per i ponti esistenti, in presenza di esiti di prove di carico positivi che garantiscono un comportamento conforme della struttura, le verifiche possono essere condotte con riduzione dei coefficienti di sicurezza e modalità semplificate di cui all'art. 4 del DPP 28/11/2011.

In funzione dello stato di fatto peculiare di ogni ponte, rimane comunque delegata al collaudatore la responsabilità decisionale sul livello di approfondimento necessario per la formulazione di un giudizio certo sulla idoneità del manufatto di sopportare, con un sufficiente grado di sicurezza, i carichi di esercizio previsti: tale idoneità può essere subordinata a controlli successivi, nonché all'esecuzione di specifici interventi manutentori e/o di ristrutturazione.

Per il collaudo dei ponti di nuova costruzione o sottoposti ad adeguamento ai sensi dell'art. 5, comma 1, lettera a) del DPP 28/11/2011, allo scopo di poterne definire il livello di servizio anche per i veicoli ed i trasporti in condizioni di eccezionalità, valgono le prescrizioni riportate nell'allegato "TRANSITABILITÀ" di cui al presente DISCIPLINARE TECNICO da calcolarsi e collaudare con i metodi delle norme vigenti.

Per il collaudo di ponti esistenti o sottoposti a risanamento ai sensi dell'art. 5, comma 1, lettere b) e c) del DPP 28/11/2011, allo scopo di poterne definire il livello di servizio anche per i veicoli ed i trasporti in condizioni di eccezionalità, valgono le prescrizioni riportate nell'allegato "TRANSITABILITÀ" di cui al presente DISCIPLINARE TECNICO, che potranno essere calcolati e collaudati con i metodi delle norme considerate dal collaudo esistente.

Per il rinnovo del collaudo di ponti esistenti di cui all'art. 7 del DPP 28/11/2011 è necessario un documento di valutazione a firma di un ingegnere collaudatore nei casi in cui è prevista una prova di carico ai sensi dei commi 4 e 5 dell'art. 7 (per la quale è da redigere

anche un verbale della prova) e nei casi in cui sia da valutare il rinnovo a causa di una variazione delle ispezioni successive.

Il rinnovo del collaudo si considera automatico, nel caso in cui le ispezioni nel tempo non abbiano rilevato alcuna variazione di stato. In tal caso non è necessario produrre alcuna nuova attestazione. L'eventuale variazione emersa dalle ispezioni successive sarà da evidenziare e comunicare all'Amministrazione in modo specifico.

Per quanto non espressamente indicato nel presente DISCIPLINARE TECNICO, si rimanda agli aspetti fondamentali delle normative e direttive vigenti, istruzioni e raccomandazioni ministeriali ed europee in materia.

DISCIPLINARE TECNICO

Le risultanze del controllo statico dei ponti devono fare riferimento alle operazioni di seguito specificate, comprendenti gli oneri a carico del professionista e del committente:

A) ONERI DEL PROFESSIONISTA Sono a carico del professionista:

1) rilievo strutturale

- 1.1 descrizione del manufatto, corredata di fotografie, con i dati generali (denominazione del ponte, ubicazione sul tracciato stradale, anno di costruzione, ecc.) e le caratteristiche geometriche e costruttive delle strutture portanti (impalcato, pile, spalle), dei vincoli (appoggi, fondazioni), degli eventuali muri di accompagnamento, nonché delle opere accessorie (giunti di dilatazione, impermeabilizzazione, dispositivi per lo smaltimento delle acque meteoriche, pavimentazione, cordoli, parapetti, ecc);
- 1.2 esame visivo accurato di tutte le parti in vista del manufatto, sia in fondazione che in elevazione; verifica dello stato di consistenza superficiale del calcestruzzo nei punti maggiormente soggetti ad ammaloramento (ad es. la base dei setti sugli arconi, le zone laterali della soletta, le parti strutturali vicino agli scarichi o ai giunti); descrizione delle anomalie riscontrate (corrosioni, lesioni, fessurazioni, giochi, cedimenti, scalzamenti, dissesti idrogeologici, ecc);
- 1.3 rappresentazione grafica del manufatto, con verifica e aggiornamento dei disegni esistenti ovvero elaborazione degli stessi ex-novo, sulla base delle indicazioni riportate alla voce "Disegni" nell'allegato n. 1 "RILIEVO STRUTTURALE";

2) indagini sui materiali

- 2.1 saggi in situ e prove di laboratorio per acquisire la conoscenza delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali;

3) calcolo statico

- 3.1 calcolo della struttura, con determinazione del sistema statico e con analisi delle sollecitazioni, delle tensioni e delle deformazioni, considerando le azioni derivanti dalle ipotesi di carico di cui all'allegato n. 5 "TRANSITABILITA";

3.2 verifiche di sicurezza, confrontando le sollecitazioni massime di esercizio con le resistenze dei materiali così come risultano accertate dai saggi in situ e/o dalle prove di laboratorio effettuate; qualora la struttura risulti essere stata progettata e/o collaudata con riferimento a normative antecedenti a quelle vigenti, in presenza degli elementi di calcolo originali secondo cui è stata realizzata l'opera, sarà sufficiente una relazione integrativa, con l'adeguamento per le sollecitazioni dovute ai carichi mobili da verificarsi e per le eventuali variazioni delle caratteristiche dei materiali;

4) prove di carico

4.1 verifica del comportamento reale del manufatto sottoponendolo a prove di carico statiche tali da indurre le sollecitazioni massime ammissibili per l'esercizio (compatibilmente con le possibilità pratiche di carico), con misura delle deformazioni, secondo le modalità previste nell'allegato n. 4 "PROVE DI CARICO";

5) analisi della transitabilità

5.1 determinazione dei parametri di transitabilità del manufatto, in conformità a quanto previsto nell'allegato n. 5 "TRANSITABILITÁ"; la relazione deve riportare una propria data (giorno, mese, anno) e citare la presente normativa di riferimento: "DISCIPLINARE TECNICO PER IL CONTROLLO STATICO ED IL COLLAUDO DEI PONTI SULLE STRADE DI INTERESSE PROVINCIALE 2012"

6) proposte d'intervento

6.1 disamina conclusiva, la cui ampiezza e approfondimento saranno commisurati all'importanza e allo stato di conservazione dei manufatti, in cui si esprime giudizio riassuntivo sulla situazione attuale: qualora il manufatto risulti essere stato oggetto di indagini e di ispezioni precedenti, le indicazioni emerse da queste ultime vanno confrontate con quelle del controllo in corso, in modo da verificare gli incrementi di degrado o l'insorgere di nuovi ammaloramenti dei materiali. In caso di evidenti o sospette variazioni peggiorative, possono essere promossi ulteriori rilievi specifici, previo accordo del professionista con il committente

6.2 proposte d'intervento relative agli eventuali lavori urgenti, ovvero a breve e/o a lungo termine, da eseguire, a carattere manutentorio ordinario e/o straordinario. Qualora, in base alle indagini svolte ed alle verifiche di calcolo eseguite, emergano l'opportunità e la fattibilità tecnica di risanamento del ponte, ai fini di un aumento di portata o per particolari esigenze di esercizio, si proporranno sommariamente gli interventi strutturali necessari. Verrá fatta una stima dei costi di

esecuzione dei lavori e dei tempi relativi, con l'indicazione delle eventuali necessarie limitazioni al traffico durante il corso dei lavori

B) ONERI DEL COMMITTENTE

Sono a carico del committente:

- 1) la messa a disposizione della documentazione esistente, comprendente i dati generali del manufatto, gli eventuali elaborati di progetto e/o di contabilità dei lavori, le eventuali relazioni su indagini e/o collaudi precedentemente svolti;
- 2) l'assistenza, qualora necessaria, per l'esatta individuazione, in fase di sopralluogo del professionista, del manufatto;
- 3) l'assistenza, qualora necessaria, per la completa accessibilità alla struttura, con la disponibilità delle attrezzature idonee (by-bridge, ponteggi, ecc);
- 4) la messa a disposizione della manodopera, qualora necessaria, per i saggi in situ e la preparazione dei campioni dei materiali da sottoporre a prova presso il laboratorio provinciale;
- 5) L'esecuzione delle prove sui materiali presso il laboratorio provinciale;
- 6) la messa a disposizione degli automezzi, con il peso richiesto, per le prove di carico;
- 7) il ripristino, qualora necessario, delle condizioni strutturali iniziali a seguito dell'esecuzione dei saggi e delle prove sul manufatto.

C) PRESTAZIONI PARTICOLARI

Esulano dalle prestazioni normali per il controllo statico dei ponti, e pertanto vanno gestite separatamente previo accordo fra il committente ed il professionista, operazioni specifiche, anche effettuate tramite società di servizi o laboratori esterni all'Amministrazione provinciale, quali:

- ricerche d'archivio;
- rilievi topografici;
- verifiche idrauliche;
- indagini geotecniche e/o geologiche;
- prove in situ e/o di laboratorio particolari;
- livellazioni di precisione dell'impalcato;
- monitoraggi e/o controlli degli allineamenti;
- prove di carico dinamiche.

D) SPECIFICHE PER LA CONSEGNA DEGLI ELABORATI

Gli elaborati necessari devono essere consegnati in due copie originali cartacee ed una copia digitale almeno nel formato pdf per i testi e DXF o DWG per i disegni.

ALLEGATI

Allegato nr. 1

RILIEVO STRUTTURALE

I) Esame visivo

Le risultanze dell'esame visivo dell'intero manufatto (impalcato, spalle, eventuali pile e/o muri di accompagnamento, opere accessorie, ecc.) devono essere riportate nella relazione finale in modo sufficientemente dettagliato, tale da consentire la formulazione di un giudizio preciso e completo sullo stato di conservazione attuale. Le anomalie significative riscontrate devono essere illustrate con fotografie: se del caso, può farsi ricorso anche ad una rappresentazione grafica con misure lineari e areali, possibilmente utilizzando una simbologia chiara e univoca.

Particolare importanza riveste il controllo delle opere di fondazione (relative alle spalle nonché alle eventuali pile e/o muri di accompagnamento), esteso anche allo stato del terreno adiacente, al fine di potersi formare un giudizio complessivo sulla stabilità delle fondazioni stesse.

Situazioni di insufficiente stabilità possono essere denunciate dalla presenza di fessurazioni, inclinazione dei muri o delle pile, erosioni e scalzamenti visibili del terreno di posa o dell'alveo, instabilità dei pendii in prossimità delle opere di fondazione, ecc.

Nei casi in cui siano evidenti anomalie da imputarsi all'instabilità delle fondazioni ovvero segnali che denuncino un pericolo di stabilità per le stesse, nonché quando lo richiedano situazioni particolari (necessità di individuazione delle tensioni ammissibili del terreno di posa, ecc), é opportuno il ricorso ad un esame geotecnico con i mezzi adeguati (carotaggi, indagini subacquee per fondazioni sommerse, ecc).

La relazione finale deve comunque riportare la dichiarazione esplicita del professionista in base alla quale le azioni sul ponte, derivanti dalle ipotesi di carico di cui all'allegato n. 5 "TRANSITABILITÀ", sono considerate ammissibili anche con riferimento alle spalle nonché alle eventuali pile e/o muri di accompagnamento esistenti, così come alle relative fondazioni, nello stato di fatto in cui si trovano; in caso contrario devono essere esplicitate le situazioni di pericolo per il manufatto, proponendo le eventuali limitazioni alla transitabilità nonché gli interventi strutturali ritenuti necessari.

II) Disegni

La documentazione originale, sia di progetto che di contabilità, deve essere sempre verificata sul posto; é necessario controllare le dimensioni principali della struttura e le tipologie costruttive, con particolare attenzione per le strutture portanti (travi, solette, sbalzi, ecc).

Se la documentazione originale é assente o presenta delle carenze, é necessario procedere ad un rilievo generale dell'opera, esteso anche alle strutture secondarie e alle parti accessorie, il cui approfondimento dipende dalla tipologia costruttiva del manufatto.

In ogni caso é necessario fornire una o più tavole di disegno (formato consigliato: DIN A1) con indicata la situazione aggiornata della struttura; in linea di massima si devono riportare: una pianta dell'impalcato, un prospetto, una sezione longitudinale, una o più sezioni trasversali. Per quanto possibile, deve essere anche rappresentata l'imposta delle fondazioni, siano esse dirette che indirette su pali ed il relativo dimensionamento.

A seconda della complessità e tipologia dell'opera, il disegno deve eventualmente essere completato da ulteriori viste, sezioni e particolari costruttivi (giunti, impermeabilizzazione, appoggi, cordoli, parapetti, ecc.). Vanno messi in evidenza anche eventuali grossi difetti (fessure, scalzamenti, gravi ammaloramenti, ecc.) che vengono stimati importanti in relazione alla sicurezza e stabilità del manufatto.

Nel caso non siano disponibili le tavole sulle armature metalliche, é necessario integrare i disegni della struttura con gli schemi dei ferri verificati sul posto mediante apposita indagine: tale documentazione grafica può anche essere fornita a parte insieme alla relazione di calcolo o in apposito allegato.

I disegni vanno realizzati in scala idonea (1:50 -1:200) e quotati in modo completo, riportando le indicazioni sui materiali costruttivi utilizzati.

A titolo orientativo si descrivono le rappresentazioni grafiche significative richieste per le tipologie più ricorrenti di ponti nel caso di assenza di disegni di progetto:

a) PONTE A SOLETTONE CON TRAVETTI PRECOMPRESSI ACCOSTATI

La sezione trasversale dell'impalcato dovrà contenere il numero dei travetti e riportare le caratteristiche geometriche dei vari elementi strutturali: travetti, cordoli, getto di completamento, sottofondo e manto stradale, ecc. Dovrà essere riportata inoltre la sezione del travetto precompresso, con indicazione del numero e posizione dei trefoli;

b) PONTE A TRAVATA IN C.A.

Le tipologie più ricorrenti sono rappresentate da travate a soletta piena, a graticcio, a cassone

La rappresentazione dovrà contenere la geometria degli elementi principali e secondari: travi, traversi, soletta, cordoli, sbalzi, ecc.

Per quanto riguarda i ferri d'armatura, **dovranno** essere riportati esclusivamente quelli effettivamente rilevati nelle sezioni più significative: non appare opportuno sviluppare nei particolari la rappresentazione grafica dell'armatura complessiva che, per forza di cose, può risultare solo approssimata ed in definitiva poco utile;

c) PONTE A STRUTTURA METALLICA

Le tipologie più ricorrenti sono quelle formate da due travature reticolari con corrente superiore parabolico o rettilineo (ponte a via inferiore), oppure con travi in acciaio laminate collaboranti con la soletta in ca. (ponte a via superiore). In questo caso, potendo l'indagine sul posto consentire una visione completa di quasi tutti gli elementi, siano essi quelli principali che secondari, il disegno dovrà essere dettagliato. Andranno dunque rappresentati in scala opportuna gli spessori degli elementi strutturali, il numero dei chiodi e/o dei bulloni, i cordoni di saldatura, i particolari dei fazzoletti e delle sovrapposizioni, il numero e lo spessore dei fogli che compongono le piattabande delle travi, i controventi, gli apparecchi d'appoggio, ecc;

d) PONTE AD ARCO

Gli elementi più importanti da rappresentare sono il profilo dell'arco con i particolari delle imposte nonché la geometria delle spalle, essendo quest'ultime responsabili della stabilità alle spinte orizzontali

INDAGINI SUI MATERIALI

- 1) A seconda della tipologia del manufatto dovrà in particolare determinarsi:
 - ponti in legno: tipo di essenza e categoria del legname (con determinazione delle resistenze);
 - ponti in muratura o in pietra: tipo dei mattoni o del pietrame (con esame petrografico nei casi incerti e verifica dello stato delle malte);
 - ponti in ferro: tipo dell'acciaio della struttura (mediante prelievo di un campione di un elemento significativo dell'impalcato e sua immediata sostituzione sul posto);
 - ponti in calcestruzzo: caratteristiche del calcestruzzo impiegato;
 - ponti in c.a. e c.a.p.: caratteristiche dei ferri e del calcestruzzo impiegati.
- 2) Nel caso di ponti in calcestruzzo, c.a. e c.a.p., per i saggi in situ deve essere fatto riferimento a quanto segue:

a) verifiche sul calcestruzzo

Per la verifica della resistenza a compressione vanno eseguite sempre, quando possibile, indagini dirette tramite carotaggi: risulta normalmente consigliabile ricorrere a saggi in situ con carote di diametro $4\div 10$ cm e con un minimo di $2\div 3$ prelievi in corrispondenza degli elementi più rappresentativi della struttura. Il numero ed il diametro dei provini vanno adeguati alle dimensioni ed allo stato dell'opera, ponendo attenzione a non danneggiare la struttura. Se si hanno forti discordanze nei valori di schiacciamento é necessario integrare i dati ottenuti con prove non distruttive.

Ricorrendo a saggi in situ con metodi non distruttivi (misure sclerometriche e/o con sonda di Windsor, prove ultrasoniche, ecc.) e/o di pull-out, per migliorare la precisione nella stima della resistenza a compressione risulta conveniente l'uso di prove combinate. Le singole prove sono da realizzare secondo le modalità definite dalle rispettive normative UNI.

Quando ciò sia opportuno, le metodologie di indagine possono avvalersi anche dell'utilizzo di strumenti particolari quali endoscopio, martinetti piatti, ecc. Il numero delle indagini deve essere comunque sempre tale da potere ottenere una valutazione affidabile della resistenza del calcestruzzo, prescindendo dalla possibile presenza di fenomeni alterativi delle caratteristiche fisiche del materiale (aggressione da cloruri, carbonati, agenti acidi, ecc): tali fenomeni vanno individuati, dove possibile, mediante le opportune indagini sul posto e/o di laboratorio.

I carotaggi dal piano stradale devono consentire di valutare anche lo spessore dello strato di pavimentazione stradale e quello dell'impalcato, nonché la presenza di eventuali impermeabilizzazioni: quest'ultima verifica è da eseguire sempre, anche se i carotaggi non sono realizzati;

b) verifiche sui ferri

Le indagini sulle armature metalliche principalmente devono essere eseguite all'intradosso degli impalcati; la ricerca, che può avvenire anche mediante l'ausilio di apposita strumentazione ad induzione magnetica (pacometro), deve essere sempre accompagnata da una verifica diretta dei diametri mediante scalpellature localizzate del calcestruzzo copriferro, con riscontro della tipologia dell'acciaio (se liscio o ad aderenza migliorata) nonché del numero e posizione delle barre d'armatura presenti.

Nel caso di solettoni con travetti accostati in c.a.p. o travi in c.a.p., l'indagine è finalizzata essenzialmente alla valutazione del numero e diametro dei trefoli d'armatura di un singolo elemento prefabbricato.

Le indagini vanno realizzate possibilmente in testata o, nel caso di necessarie rotture del calcestruzzo copriferro, verso gli appoggi; i trefoli non devono essere tagliati.

Nel caso di solettoni o travi in ca., l'indagine va realizzata verso la mezzeria della struttura mediante esecuzione di assaggi sui fianchi e all'intradosso travi per valutare le file di ferri sovrapposti, il loro numero e diametro; la ricerca è poi estesa verso gli appoggi per valutare la posizione ed il numero dei ferri al taglio. A completamento delle indagini va realizzata una ricerca all'intradosso soletta e sugli sbalzi laterali, nonché sui traversi.

I ferri d'armatura da sottoporre a prove di laboratorio vanno prelevati da parti strutturali secondarie quali la soletta, i traversi, le pile e spalle, i cordoli; solo eccezionalmente è permesso il prelievo di ferri principali da travi, nel qual caso esso dovrà avvenire esclusivamente presso gli appoggi.

Per consentire una prova a trazione valida è necessario prelevare un campione di lunghezza minima 50 cm.

Se del caso, può risultare significativa la determinazione dello stato di ossidazione dei ferri (specie quelli scoperti) attraverso una mappatura di linee equipotenziali, mediante l'utilizzo di appositi apparecchi

3) Ripristini

Tutte le indagini sui materiali devono essere condotte e assistite in modo da intaccare il meno possibile l'integrità strutturale del manufatto. Il professionista è direttamente responsabilizzato affinché i ripristini delle demolizioni localizzate siano eseguiti subito ed a regola d'arte.

Per i ripristini deve essere fatto di norma riferimento a quanto segue:

a) demolizioni eseguite per la verifica delle armature metalliche.

Il ripristino del calcestruzzo copriferro deve avvenire con l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso, tixotropiche o colabili, fibrorinforzate e senza ritiro, previa rimozione delle parti di calcestruzzo disancorate e lavaggio con getto d'acqua fino a rifiuto.

Durante la posa della malta tutti i vuoti tra le armature devono essere completamente riempiti e la sagoma della struttura deve essere interamente ripristinata lisciando con cazzuola le parti a vista.

Se i riporti di malta superano i 3 cm di spessore, é necessario eseguire la riparazione in due mani successive.

Nel caso che le demolizioni siano state eseguite in zone già deteriorate o in parti soggette ad umidità o colature d'acqua, occorre trattare preventivamente le armature scoperte con prodotti anticorrosivi;

b) perforazioni eseguite per il rilievo di campioni di calcestruzzo (carotaggi).

Il riempimento dei fori deve avvenire con l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso, tixotropiche o colabili, fibrorinforzate e senza ritiro.

L'impasto, miscelato all'esterno con l'impiego di poca acqua, deve essere posto in opera dopo aver eliminato completamente l'eventuale acqua residua presente all'interno del foro. La malta deve essere perfettamente costipata e deve riempire completamente la perforazione eseguita.

Nel caso di fori su solette, é necessario riparare successivamente anche la pavimentazione stradale con asfalto a freddo adeguatamente compattato.

Per la chiusura di fori passanti attraverso solette si deve provvedere, se necessario, al sostegno provvisorio della malta all'intradosso della struttura durante la fase di iniezione e fino a presa della malta stessa.

A seconda delle circostanze, può richiedersi la protezione temporanea dal traffico della zona dell'impalcato interessata dalla riparazione

c) prelievo di spezzoni d'armatura.

Il ripristino dei ferri d'armatura prelevati dalle strutture in cemento armato deve avvenire, laddove necessario, tramite saldatura di spezzoni (di acciaio saldabile) con caratteristiche di resistenza equivalenti;

d) prelievo di campioni da ponti in ferro.

Il ripristino delle parti metalliche prelevate deve avvenire, laddove necessario, tramite sostituzione delle stesse sul posto con elementi equivalenti ovvero mediante l'esecuzione di adeguati rinforzi locali.

4) Certificazioni di laboratorio

Qualora le caratteristiche dei materiali oggetto d'indagine siano desunte da prove di laboratorio, vanno allegati alla relazione finale i certificati relativi.

Le prove sui materiali vanno effettuate di norma, previo accordo, presso il laboratorio provinciale.

Allegato n. 3

CALCOLO STATICO

Il calcolo statico dovrà corrispondere, nel rispetto del dettato della scienza delle costruzioni, alle disposizioni di legge vigenti o alle metodologie previste dalle norme di riferimento del collaudo esistente dell'opera, con possibilità di derogare per i tipi di verifica e valori dei coefficienti di sicurezza, se i risultati sono confortati da risultati positivi di una prova di carico, secondo quanto previsto all'art. 4 del DPP 28/11/2011 n. 41. Casi particolari, per esigenze di funzionalità della rete stradale, previo accordo con l'Amministrazione, potranno essere valutati con l'uso di strumenti più raffinati previsti dagli eurocodici quali ad esempio il calcolo probabilistico.

Si osserva in particolare che:

- 1) per il calcolo, nel considerare le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura si terrà conto che:
 - a) in presenza di ponti a luce limitata tale da non venire interessata da tutti gli assi del veicolo, dovranno essere considerati gli assi gravanti simultaneamente sul manufatto nella situazione più gravosa;
 - b) nel caso di ponti iperstatici (in particolare per ponti ad arco), la situazione più gravosa può corrispondere alla colonna indefinita ovvero ad uno o più tratti di carico ripartito disposti lungo l'asse della corsia d'ingombro nel modo più sfavorevole;
 - c) i ponti ad asse obliquo, se del caso, potranno essere calcolati considerando gli effetti torcenti sul comportamento longitudinale e trasversale mediante un'analisi con modello a graticcio o a piastra;
- 3) il calcolo delle fondazioni è richiesto sempre qualora esistano fondati dubbi sulla stabilità delle stesse: in tal caso la verifica statica dovrà basarsi sulla situazione reale delle opere di fondazione accertata in situ. In ogni caso dovrà essere espresso un giudizio sull'ammissibilità delle fondazioni esistenti, in relazione agli eventuali incrementi delle sollecitazioni prodotte dall'applicazione dei carichi mobili sull'impalcato previsti dalle norme utilizzate e carichi verificati rispetto a quelle derivanti dalla normativa sui ponti vigente all'epoca della progettazione e/o collaudo del manufatto.

PROVE DI CARICO

Modalità di esecuzione delle prove

Le operazioni di collaudo devono prevedere e considerare le posizioni di carico più gravose per il manufatto; per valutare compiutamente il comportamento delle strutture di maggiore rilevanza é necessario realizzare più configurazioni di carico le cui letture, nel caso di elevate deformazioni, vanno intervallate da letture a scarico. Il tempo di applicazione dei carichi varia a seconda delle tipologie e dimensioni degli impalcati. Le deformazioni residue a scarico devono essere rilevate con cura.

Durante le operazioni di collaudo é necessario impiegare una strumentazione di controllo adeguata; nelle letture si richiede una precisione non inferiore a $L/20.000$, essendo "L" la luce (espressa in metri) della campata considerata.

Per la misura delle deformazioni con comparatori centesimali, bisogna che questi siano collegati ad appositi fili in acciaio ad alta resistenza e a bassa dilatazione termica (fili "invar"). L'applicazione dei pesi ai fili dovrà avvenire almeno mezz'ora prima dell'inizio della prova di carico.

Nel caso si impieghino trasduttori di spostamento con aste telescopiche, é necessario verificare che i piedistalli e il contrasto contro la struttura siano stabili: anche in questo caso é opportuno che la strumentazione venga posta in opera con adeguato anticipo al fine di realizzare le necessarie tarature.

Se é previsto l'utilizzo di livelli o autolivelli di precisione, occorre che essi abbiano la lamina pianparallela o siano di tipo elettronico; la lettura dei cedimenti deve avvenire mediante la posa di appositi riscontri su cui posizionare le stadie di lettura: queste ultime devono avere preferibilmente la graduazione su nastro "invar" e comunque caratteristiche di precisione adeguate.

Per valutare e ridurre gli errori strumentali é necessario limitare il più possibile la lunghezza delle battute e posizionare fuori dall'impalcato uno o più capisaldi a cui fare riferimento all'inizio di ogni lettura; é consigliabile inoltre non effettuare spostamenti della strumentazione durante le operazioni di collaudo.

Una ulteriore metodologia di misura é rappresentata dall'utilizzo di strumenti inclinometrici, con la possibilità di rilevazione in linea della deformata su base informatica dei dati.

I punti di controllo sull'impalcato devono essere in numero adeguato per la completa valutazione delle deformazioni della struttura, sia nel senso longitudinale che in quello trasversale.

I riscontri vanno posizionati, se necessario, anche a misurazione dei cedimenti degli appoggi. Nel caso di pile in alveo può essere opportuno verificare gli eventuali cedimenti delle 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 le prove di carico: in questo caso le temperature vanno misurate all'inizio, durante ed alla fine delle prove, riportandone i valori nella relazione descrittiva delle operazioni di collaudo.

Per ponti a campate multiple, le prove di carico vanno effettuate secondo indicazioni di legge (una per ogni cinque campate secondo NTC 08). Nel caso di impalcati continui è richiesto il rilevamento delle deformazioni anche nelle campate attigue a quella caricata.

OSSERVAZIONI:

- a) i risultati delle prove di carico vanno confrontati con i corrispondenti valori teorici delle deformazioni rilevati secondo lo schema statico considerato inizialmente nel calcolo, per verificare il comportamento reale dell'opera ed eventualmente modificare, affinandolo, lo schema statico stesso;
- b) nel caso di rinnovo di collaudo secondo art. 7 comma 4 e 5 del DPP 28/11/2011 n.41 con prova di carico, la prova dovrà essere confrontabile con quella del collaudo precedente al fine di poter certificare il comportamento non mutato della struttura.
- c) per ponti di luce netta non superiore a 6 m il professionista, a suo giudizio, potrà eseguire prove di carico semplificate con precisione della misura della freccia commisurata (art. 4 comma 2 del DPP 28/11/2011 n.41), purché compia gli altri accertamenti e controlli previsti dalla legge 5.11.71, n.1086, comunque necessari per il collaudo statico delle opere d'arte; in analogia a quanto sopra, le prove di carico potranno altresì essere semplificate per gli sbalzi relativi ad allargamenti stradali di larghezza massima carrabile non superiore a 1 m;
- d) per manufatti di particolare importanza (con luce > 20 m secondo art. 7 comma 4 del DPP 28/11/2011 n.41) le prove di carico statiche possono essere integrate da prove di carico dinamiche, con rilievo delle deformazioni e delle frequenze di vibrazione.

TRANSITABILITÀ

A risultanza delle indagini e verifiche svolte, il manufatto deve essere classificato, individuandone il livello di servizio per il traffico veicolare.

Al fine di una valutazione completa ed omogenea dei ponti esistenti, l'analisi della transitabilità deve essere svolta in conformità a quanto di seguito specificato.

D) Classificazione

Con riferimento ai carichi mobili convenzionali previsti dalla normativa di riferimento assunta, il ponte viene classificato rispettivamente in:

1^a categoria della normativa di riferimento; transito ammissibile per il carico mobile tipo " $q_{l,a}$ ";

2^a categoria della normativa di riferimento: transito ammissibile per il carico mobile tipo " $q_{l,a}$ ".

Per i ponti veicolari che non rientrano nella 2^a categoria, sarà prevista una "2^a categoria ridotta (2R)": in tal caso la portata é definita in relazione alle condizioni di transitabilità sotto specificate.

II) Transitabilità

II-1 Per i ponti classificabili di 2^a categoria ridotta, con riferimento ai carichi costituiti dai veicoli ordinari e/o eccezionali classificati "mezzi d'opera" (autocarri ed autoarticolati, rispettivamente a 3, 4 e 5 assi, aventi gli schemi di carico riportati in appendice) previsti dal vigente Codice della Strada, deve essere definito il peso massimo "Q max" attribuibile ai veicoli, rispettivamente a 3, 4 e 5 assi, aventi la stessa geometria e gli assi caricati proporzionalmente secondo gli schemi di carico indicati relativi ai "mezzi d'opera".

Il valore di "Q max" va calcolato nell'ipotesi di transito contemporaneo di colonne indefinite di tali carichi lungo l'asse di tutte le corsie d'ingombro nelle condizioni più gravose, con limite massimo pari a 33t, 40t e 56t rispettivamente per i veicoli a 3, 4 assi e a 5 assi.

Per i veicoli ordinari e/o eccezionali classificati "mezzi d'opera" non ammessi al transito nella condizione precedente, dovrà essere verificata la transitabilità sul ponte, nelle condizioni di carico più gravose, nelle seguenti ipotesi:

- A) una colonna indefinita a pieno carico lungo l'asse della corsia d'ingombro più periferica, con carico distribuito $q = 1,5 \text{ t/m}$ lungo l'asse delle corsie d'ingombro rimanenti;
- B) un veicolo isolato lungo l'asse di tutte le corsie d'ingombro, con carico distribuito $q = 1,5 \text{ t/m}$ lungo l'asse delle stesse corsie al di fuori dell'ingombro del veicolo;
- C) un veicolo isolato lungo l'asse della corsia d'ingombro più periferica, con carico distribuito $q = 1,5 \text{ t/m}$ lungo l'asse della stessa corsia al di fuori dell'ingombro del veicolo nonché lungo l'asse delle corsie d'ingombro rimanenti.

Nelle ipotesi B) e C) di cui sopra, per i ponti di lunghezza "L" rilevante ($L \geq 50 \text{ m}$), la verifica di transitabilità dovrà essere effettuata, oltre che per il veicolo isolato in senso proprio (distanza di sicurezza " d_s " fra i veicoli: $d_s \geq L$), anche per la combinazione, nello stesso senso di marcia, di due o più veicoli che impegnino contemporaneamente la lunghezza del ponte lungo l'asse della/e corsia/e d'ingombro considerata/e con una opportuna distanza di sicurezza fra loro (valore di " d_s " da calcolare), ferme restando le condizioni assunte per il carico distribuito complementare.

Per i ponti che non consentono il transito dei veicoli ordinari e/o "mezzi d'opera" a velocità normale nelle ipotesi di cui sopra, la verifica di transitabilità andrà anche effettuata, se del caso, considerando la marcia alla velocità ridotta di 10 km/h (la velocità 10 km/h dimezza il coefficiente di incremento dinamico se presente).

La verifica di transitabilità dei veicoli ordinari e dei "mezzi d'opera" può essere omessa per i ponti classificati di 1^a categoria: essa va invece effettuata limitatamente ai "mezzi d'opera" a 5 assi (con peso pari a 56t) per i ponti classificati di 2^a categoria.

II.2 Allo scopo di disporre di parametri di riferimento validi per giudicare l'ammissibilità dei transiti di veicoli e trasporti in condizioni di eccezionalità, deve essere inoltre indicato per tutti i ponti (a prescindere dalla loro classificazione) nelle condizioni di carico più gravose, nell'ipotesi di marcia sul ponte alla velocità ridotta di 10 km/h (la velocità 10 km/h dimezza il coefficiente di incremento dinamico se presente):

- a) il valore del peso massimo assiale " $p \text{ max}$ ", relativo al carico di un asse isolato, con limite superiore pari a 20 t/asse . Qualora il valore di " $p \text{ max}$ " risultasse diverso nell'ipotesi di transito lungo l'asse della corsia più periferica ovvero in marcia isolata in mezzeria della carreggiata, vanno specificati entrambi i valori.

Tale calcolo può essere omesso per i ponti classificati di 1^a categoria, per i quali esso risulta già verificato;

b) il valore del peso assiale "p" relativo al carico massimo "C max" del veicolo di lunghezza massima pari a 20 m, costituito da un numero "n" variabile di assi equidistanti fra loro 1,5 m (per un massimo di $20/1,5 = 13$ assi) ed ugualmente caricati, gravante sul ponte rispettivamente:

- lungo l'asse della corsia d'ingombro più periferica, con carico distribuito $q=1,5\text{t/m}$ lungo l'asse della stessa corsia al di fuori dell'ingombro del veicolo (assunto convenzionalmente pari a 20 m) nonché lungo l'asse delle corsie d'ingombro rimanenti;
- isolato in mezzeria della carreggiata.

La verifica va condotta in modo iterativo (vedi l'esempio di calcolo riportato in appendice), considerando il veicolo con il numero "n" minimo possibile di assi ($1 \leq n \leq 13$) caricati con il peso assiale "p" maggiore possibile, fino ad esaurire la portata ammissibile, assumendo i seguenti valori limite superiori:

- $p = 20 \text{ t/asse}$, per i ponti di 1^a categoria;
- $p = "p \text{ max}"$, per i ponti di 2^a cat. e 2^a cat. ridotta;

c) il valore del carico massimo uniformemente distribuito "q max" corrispondente al peso del veicolo di lunghezza massima pari a 20 m, gravante sul ponte rispettivamente:

- lungo l'asse della corsia più periferica, con carico distribuito $q=1,5\text{t/m}$ lungo l'asse della stessa corsia al di fuori dell'ingombro del veicolo (assunto convenzionalmente pari a 20 m) nonché lungo l'asse delle corsie d'ingombro rimanenti;
- isolato in mezzeria della carreggiata.

Per "q max" sarà assunto il valore limite superiore compatibile con le caratteristiche del veicolo di cui al punto b) precedente (peso assiale massimo: 20t/asse , equidistanza fra gli assi: 1,5 m), pari a: $20/1,5 = 13,3 \text{ t/m}$.

OSSERVAZIONI:

1) la verifica delle strutture secondarie dell'impalcato avverrà secondo la normativa di riferimento tenendo presente, per i ponti classificati di 2^a categoria ridotta, che:

- a) il carico tipo " $q_{l,a}$ " sarà sostituito dal carico più gravoso per la struttura in esame, derivante dal valore di "p max" e/o "C max", ovvero dal valore di "Q max" relativo ai veicoli a 3 assi e/o 4 assi e/o a 5 assi ammessi al transito nelle condizioni definite come al precedente punto II.1, con il corrispettivo incremento dinamico se presente;

- b) il carico relativo ai marciapiedi non protetti da sicurvia sarà pari al peso massimo della ruota del carico di cui al precedente punto 1, lettera a);
- 2) nelle verifiche di transitabilità di cui al precedente punto II. 1, al fine di considerare le condizioni di carico più sfavorevoli in relazione alla luce massima "L" delle campate del ponte, alla colonna indefinita di veicoli si sostituirà il carico distribuito $q = 1,5$ t/m nei seguenti casi:
- a) per i veicoli a 3 assi da 25 t, con $L > 45$ m;
 - b) per i veicoli a 3 o 4 assi da 33 t o 40 t, con $L > 70$ m;
 - c) per i veicoli a 5 assi da 44 t, con $L > 80$ m;
- 3) qualora i valori del carico uniformemente distribuito lungo l'asse delle corsie d'ingombro, assunti laddove richiesti nel calcolo, risultassero inferiori a 1,5 t/m, la transitabilità sul ponte dovrà essere verificata secondo le specifiche esigenze di traffico, in accordo con il committente;
ai fini del calcolo, laddove la velocità di transito dei veicoli sul ponte è assunta ridotta pari a 10 km/h, l'entità dei carichi andrà maggiorata considerando l'incremento dinamico pari al 50% del valore previsto dalla normativa di riferimento;
- 4) qualora necessario, dovrà essere verificata l'esatta disposizione plano-altimetrica del ponte, affinché le ipotesi di carico assunte nelle verifiche di calcolo siano commisurate alle reali condizioni di transito (ad es. nel caso di ponti a tracciato curvilineo con piccolo raggio e luce modesta che, pur in presenza di una larghezza della sede stradale $\geq 5,50$ m, non consentono l'incrocio di due autocarri ovvero lo permettono solo a velocità ridotta; ecc);
- 5) poiché gli stati di esercizio per i ponti esistenti quali deformazioni sotto carico e condizioni di sicurezza, sono verificabili di fatto, le verifiche di transitabilità possono essere limitate ai soli stati limiti ultimi (art. 4 comma 4. del DPP 28/11/2011). Per ponti di dimensioni importanti e tipologie complesse sono comunque da verificare le condizioni di deformazione e tasso di lavoro dei materiali in esercizio.
- III) I parametri di transitabilità del ponte, determinati come sopra specificato, verranno riportati nella corrispondente delle seguenti tabelle riassuntive (i valori espressi in "t" saranno approssimati all'unità, quelli in "t/asse" ovvero in "t/m" saranno approssimati alla prima cifra decimale)

poni classificati di 1^a categoria

CLASSIFICAZIONE		TRANSITABILITA'			
D.M.LL.PP.		Carico max C max(t)		carico distribuito q max (t/m)	
Categoria	Portata (t)	in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica	in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica
1	60	n=	n=		
		P=	P=		

poni classificati di 2^a categoria

CLASSIFICAZIONE		TRANSITABILITA'									
D.M.LL.PP.		veicoli a 5 assi (56 t)					Carico max C max(t)		carico distribuito q max (t/m)		Peso max assiale Pmax (t/asse)
Categoria	Portata (t)	SI	A	B	C	NO	in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica	in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica	
2	45						n=	n=			
							P=	P=			

poni classificati di 2^a categoria ridotta (2R)

CLASSIFICAZIONE			TRANSITABILITA'											
Q max (t)			VEICOLI	SI	A	B	C	NO	Carico max C max(t)		carico distribuito q max (t/m)		Peso max assiale Pmax (t/asse)	
a 3 assi	a 4 assi	a 5 assi							in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica	in mezzeria carreggiata	sulla corsia periferica		
			a 3 assi 25 t											
			a 3 assi 33 t											
			a 4 assi 32 t						n=	n=				
			a 4 assi 40 t											
			a 5 assi 44 t						P=	P=				
			a 5 assi 56 t											

Legenda:

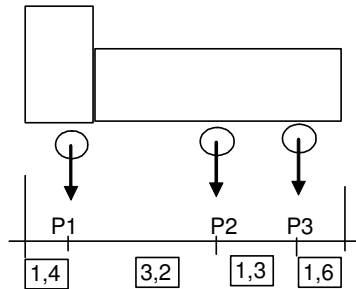
- SI = transito senza limitazioni: colonne indefinite di veicoli su tutte le corsie
- A = transito con senso unico alternato: colonna indefinita di veicoli sulla corsia più periferica
- B = transito in marcia isolata (ovvero con distanza di sicurezza tra i veicoli $ds=...m$): veicoli isolati su tutte le corsie
- C = transito con senso unico alternato e in marcia isolata (ovvero con distanza di sicurezza tra i veicoli: $ds=...m$): veicolo isolato sulla corsia più periferica
- NO = transito non consentito
- n = numero di assi del veicolo considerato
- p = peso assiale del veicolo considerato (t/asse)

Qualora ricorra, la legenda verrà integrata con le seguenti voci:

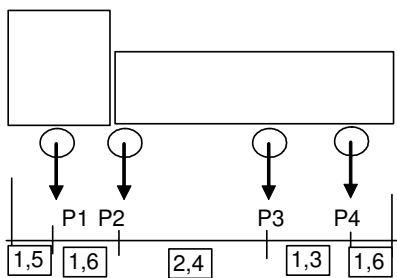
- * = transito consentito a velocità ridotta (10 km/h): sigla da riportare accanto alle voci SI, A, B, C relative alle ipotesi verificate
- c.slr. = transito in mezzeria carreggiata su corpo stradale (terrapieno o roccia): sigla da riportare in luogo dei parametri "n" e "p"

APPENDICE

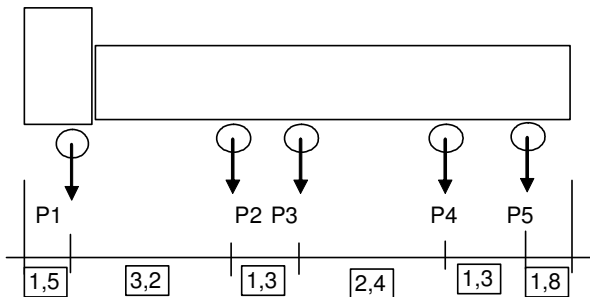
a) SCHEMI DI CARICO



Peso (t)	veicolo ordinario	mezzo d'opera
P1	5	7
P2	10	13
P3	10	13
Ptot	25	33



Peso (t)	veicolo ordinario	mezzo d'opera
P1	5,6	7
P2	5,6	7
P3	10,4	13
P4	10,4	13
Ptot	32	40



Peso (t)	veicolo ordinario	mezzo d'opera
P1	4,8	6,8
P2	9,8	12,3
P3	9,8	12,3
P4	9,8	12,3
P5	9,8	12,3
Ptot	44	56

la larghezza d'ingombro, la distanza trasversale delle ruote e l'impronta delle stesse sono pari a quelli del carico tipo "q_{l,a}" di normativa;

la lunghezza d'ingombro è stabilita considerando una distanza "D" fra i veicoli pari a L/5 m, essendo "L" la luce massima (espressa in metri) delle campate del ponte: la distanza "D" è approssimata all'unità superiore, con un valore minimo di 5 m.

b) ESEMPIO DI CALCOLO

Procedimento per il calcolo del carico massimo "C max" del veicolo in situazione di trasporto eccezionale.

Esempio

Si abbia un ponte classificato di 1^a categoria, con lunghezza $L = 19$ m.

Il calcolo va condotto in modo iterativo come segue:

1. si suppone, ad esempio, il transito di un veicolo isolato con carico complessivo (C max) di 100 t, distribuito su un numero (n) di assi pari a 5, con peso assiale (p) pari a 20 t/asse;
2. se la verifica di transitabilità è soddisfatta, si considera un carico maggiore del veicolo (ad esempio $C \text{ max} = 120$ t), aumentando a 6 il numero di assi ugualmente caricati con 20 t/asse;
3. se la verifica non è soddisfatta, si cerca il peso assiale massimo del veicolo da 6 assi ammesso al transito: qualora risulti ammissibile, ad esempio, il valore di 18 t/asse, ciò determina il carico massimo del veicolo, che è così definito:

$$n = 6 \quad , \quad p = 18 \text{ t/asse}, \quad C \text{ max} = n \cdot p = 108 \text{ t}$$

I valori "p" ed "n" di cui sopra vanno riportati in corrispondenza della voce "C max" nella tabella riassuntiva dei parametri di transitabilità del ponte