

APPLICAZIONE DELLE NORMATIVE

Stefano Cecchinato
Marco Stabile

Cos'è una norma

Il dizionario cita - precetto morale, giuridico, tecnico riferibile ad una formulazione imperativa determinata – ma aggiunge inoltre - o corrispondente all'ambito della consuetudine.

Essa può presentarsi sotto forma di Leggi e Decreti, di Istruzioni, Circolari, Ordinanze o semplicemente come specifica tecnica. La Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998, la definisce come la specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa.

Nell'ambito dell'ultima definizione si possono distinguere le seguenti categorie:

- norma internazionale (ISO)
- norma europea (EN)
- norma nazionale (UNI – ASTM – BS.....)

Le norme o specifiche tecniche, sono documenti che definiscono le caratteristiche dimensionali, prestazionali, ambientali, di sicurezza, di organizzazione di un prodotto, processo o servizio, secondo lo stato dell'arte: uno standard di applicazione volontario.

Il richiamo ad essa nei documenti legislativi la elevano al rango di documento cogente (p.e. D.M 14 settembre 2005 – Norme tecniche per le costruzioni – ove il capitolo 12 richiama espressamente gli Eurocodici EN come referenza tecniche essenziali).

Per meglio comprendere come la normativa scandisca la vita di una opera è sufficiente distinguere quelle che sono le fasi che cadenzano l'esistenza dell'opera stessa:

- progettazione;
- costruzione;
- collaudo;
- controllo e manutenzione.

Ogni fase si accompagna con specifiche tecniche peculiari.

Natura ed aspetti

La norma non deve intendersi come una limitazione alla libertà, occorre comprendere che in essa sono contenute le procedure guida nelle operazioni da svolgere, a garanzia dell'omogeneità, coerenza ed armonia nell'operare dei soggetti, assicurare uniformi livelli di sicurezza permettendo di contenere gli errori, offrendo garanzie ai committenti e non da ultimo, fissando le responsabilità degli attori del processo di progettazione o produzione.

Come premesso, ma giova ripeterlo, la norma, ove cogente, va rispettata ed essa, tranne quando non preveda la discrezionalità, è tassativa.

Le norme di progettazione e costruzione

Le norme generali di progettazione e costruzione rappresentano lo strumento base al quale ogni Amministrazione aggiunge quelle prescrizioni necessarie alla propria particolarità. Esse comprendono in generale:

- i carichi cui assoggettare la struttura nelle varie ipotesi;
- le combinazioni di questi carichi;
- i coefficienti dinamici da applicare;
- i materiali da impiegare ecc..

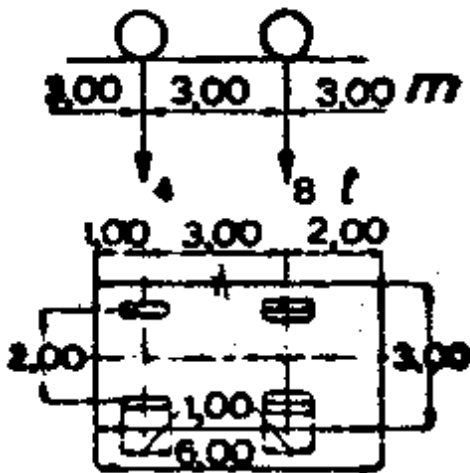
Per semplicità interpretativa analizziamo qualche esempio di prescrizioni speciali, soprattutto per l'importanza che queste rivestono e come esse influenzano gli aspetti di controllo e manutenzione.

L'esempio che si vuole proporre è l'evoluzione succeduta in termini di carichi di collaudo per le strutture stradali e quelle ferroviarie.

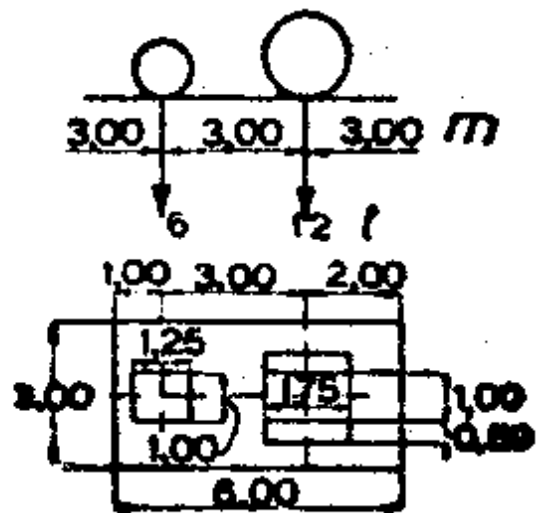
Le strade

Le norme del 1962 riportavano i seguenti schemi relativi a:

- mezzi isolati;

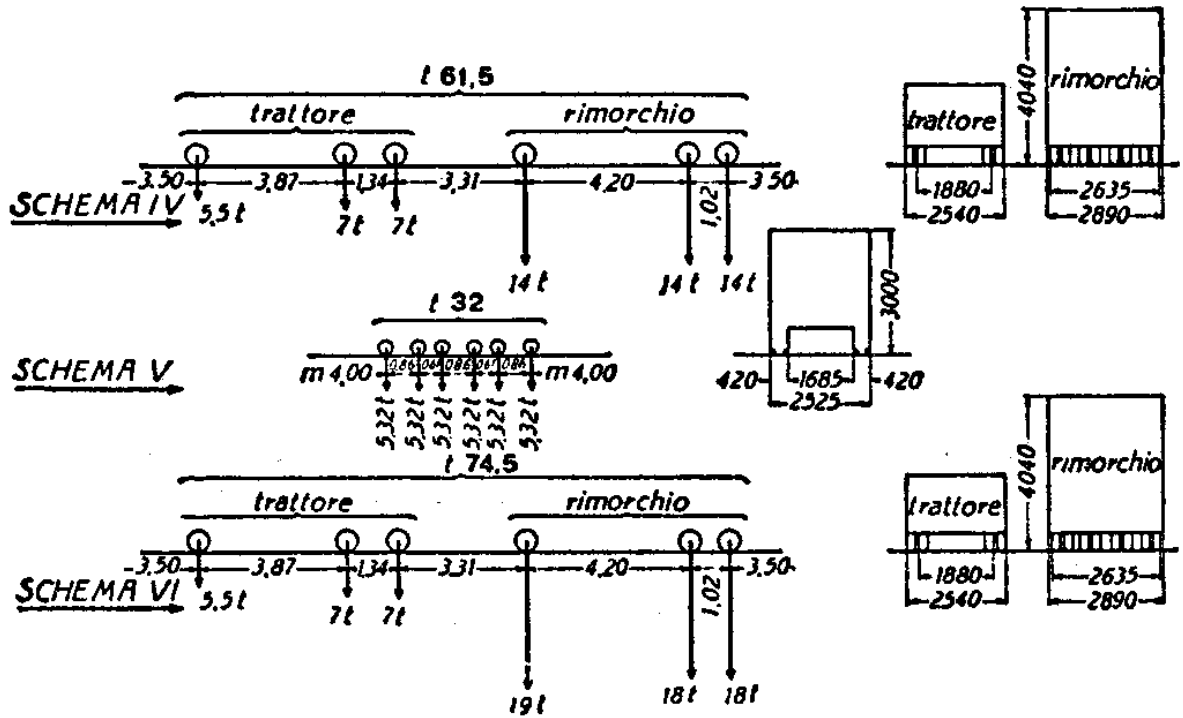


Schema I

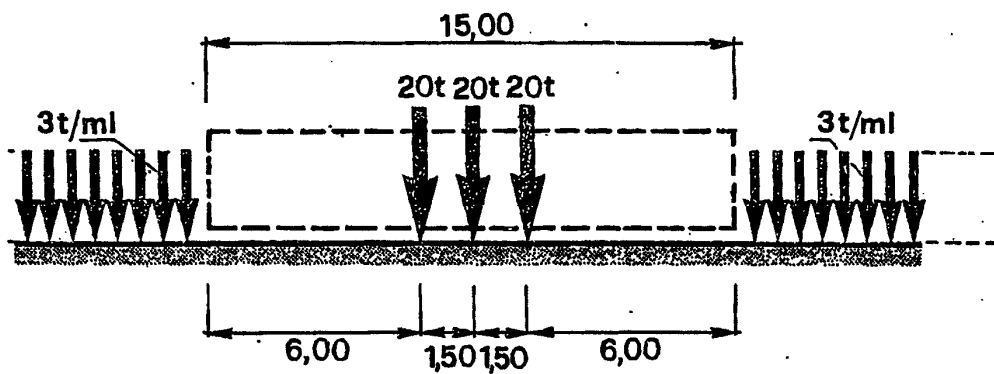


Schema II.

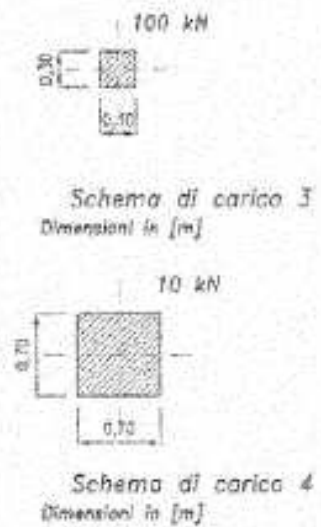
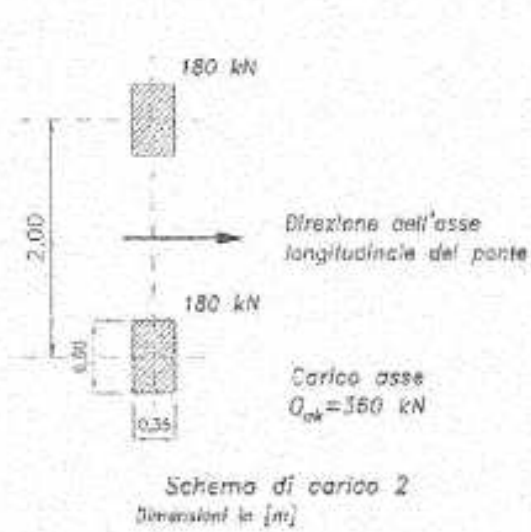
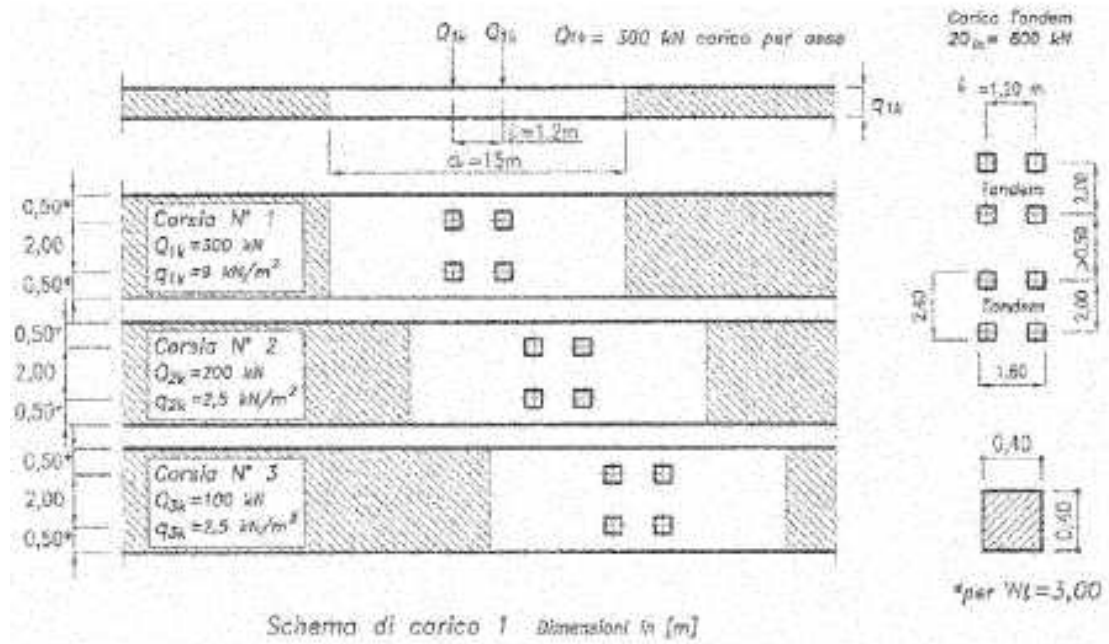
- schemi complessi;



La normativa del 1990 riporta il seguente carico principale, si nota subito, oltre ad una spiccata "astrazione", un aumento del carico assiale.



Il D.M 14 settembre 2005 ha proposto il seguente schema di carico

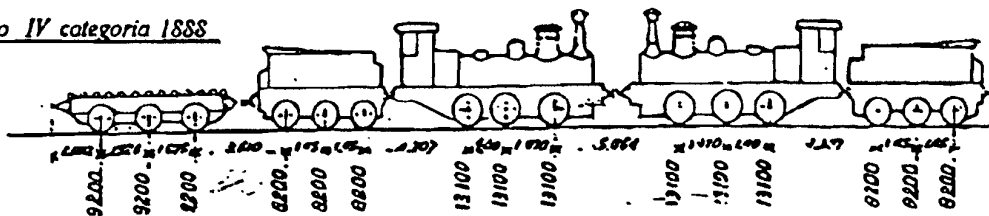


Le ferrovie

Uno degli schemi proposto nel 1888 era rappresentato dal seguente modello

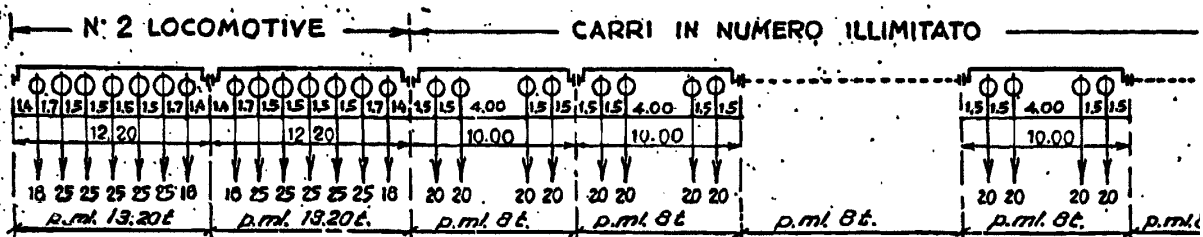
SCHEMI DEI TRENI DI PROGETTO

Treno tipo IV categoria 1888

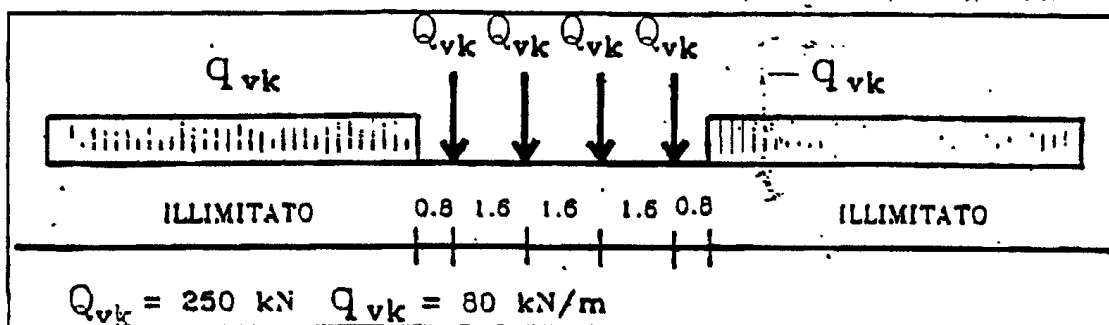


divenuto poi nel 1945

TRENO TIPO A



sino all'evoluzione, 50 anni più tardi (1995)



Va precisato che per le linee principali questo schema va applicato incrementando i carichi del 10%.

Anche per le ferrovie è evidente l'astrazione del carico rispetto ai carichi reali circolanti, nonché l'aumento del peso assiale.

Anche i coefficienti dinamici sono stati oggetto di trasformazioni.

Strade
$$\phi = 1,4 * \frac{L-10}{150}$$

Ferrovie

1945 strutture in acciaio
$$\phi = \frac{1400+10 * L}{20+L} + \frac{50+V}{150}$$

1946 strutture in calcestruzzo armato
$$\phi = \frac{0,4}{1+0,2 * L} + \frac{0,6}{1+4 * \frac{P}{S}}$$

1999 coefficiente di progetto
$$\phi = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,72$$

2005 coefficiente di progetto
$$\phi = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,82$$

1997 coefficiente sperimentale
$$\phi = 1 + \phi' + \phi''$$

Con ϕ' e ϕ'' funzioni di:

- v velocità
- L_ϕ luce caratteristica
- n_0 prima frequenza flessionale

Si noti che in alcuni casi viene distinto il coefficiente in base al materiale con cui è costruito il ponte e, non in tutti, compare la velocità.

Inoltre esistono tabelle relative ai coefficienti da applicare nelle combinazioni di carico.

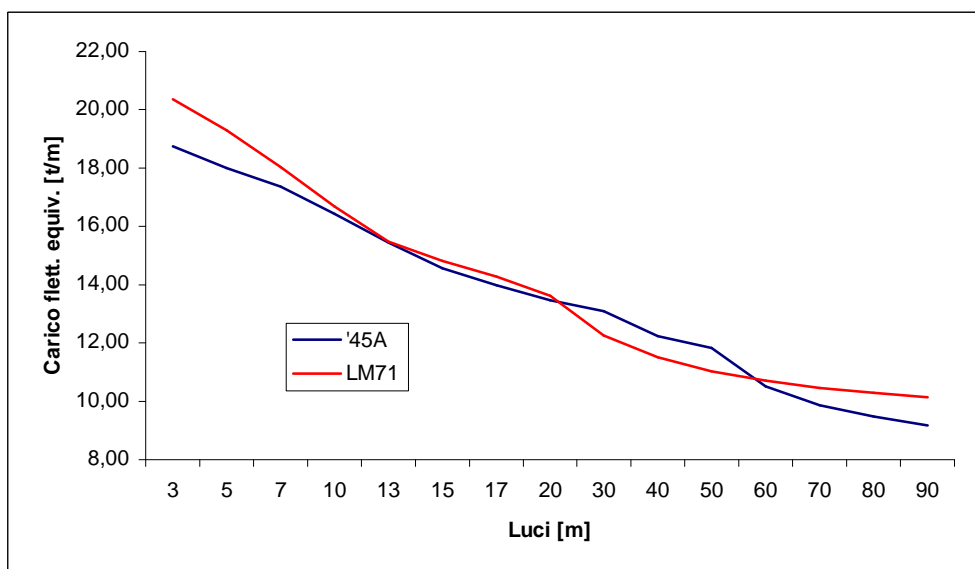
Alla luce di quanto esposto risulta interessante analizzare in termini di sollecitazioni le variazioni introdotte nel corso degli anni. Per semplicità si utilizzano delle tabelle disponibili riportanti il carico flettente e tagliante equivalente ad ogni schema di carico: non è altro che il carico uniforme che dà gli stessi effetti dei carichi schematizzati nelle norme.

CONFRONTO CARICHI FLETTENTI EQUIVALENTI – dati FS

Per luci di 3 metri il carico equivalente in tonnellate per metro è così variato

Carico	1916	14,00
	1925N	14,00
	1925S	16,67
	1945A	18,75
	LM71A	20,36

Graficando gli andamenti in funzione della luce, per semplicità il confronto è fatto con gli schemi di carico 1945A e LM71A otteniamo il grafico seguente



L'analisi evidenzia che la modifica degli schemi di carico non ha prodotto un incremento in termini di sollecitazione per opere aventi luce compresa tra 20 e 60 m, mentre tale incremento si registra per opere di luce contenuta, inferiore ai 10 m e per strutture di grande luce, superiori a 60 m.

Le norme relative alla progettazione dei ponti rientrano nelle più generali norme per le costruzioni civili, peraltro le Amministrazioni hanno facoltà di richiedere specifiche che a volte incidono in modo sostanziale sulle scelte progettuali, la cui conoscenza sarebbe opportuna nel caso di verifiche a posteriori: ad esempio la drastica riduzione, prevista dalle FS, in termini di tensioni ammissibili nell'acciaio per le costruzioni contro terra.

Particolare inoltre è l'aspetto delle norme "descrittive" che in pratica riportano già gli schemi esecutivi; norme datate, ma interessanti: esempio sono i disegni riportati in seguito relativi ai ponti ferroviari dell'inizio dello scorso secolo.

Norme di collaudo

Le norme sono quelle generali, con qualche precisazione per ogni Amministrazione. E' opportuno darne un estratto, in quanto alcuni aspetti sono essenziali per le considerazioni relative alle visite.

NORME GENERALI

Dal D. M. 14 SETTEMBRE 2005

Il collaudo statico è una parte del collaudo generale tecnico amministrativo dell'opera e riguarda il giudizio sul comportamento e le prestazioni delle parti dell'opera che svolgono funzione portante.

Il collaudo deve prevedere i seguenti adempimenti:

- a) controllo del corretto adempimento delle prescrizioni formali di cui agli articoli 58 e 65 del DPR 6.62001 n°380;
- b) controllo degli adempimenti specifici delle opere eseguiti con materiali diversi da quelli regolamentati dal DPR 6.62001 n°380;
- c) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti.

L'ispezione dell'opera verrà eseguita con processo ricognitivo alla presenza del Direttore dei Lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto con il costruito.

Il Collaudatore statico controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia della qualità, il Collaudatore deve valicare i documenti di controllo qualità ed il registro delle non conformità. Per nessuna opera il collaudo statico potrà proseguire o concludersi qualora esitano non conformità irrisolte.

- d) controllo delle certificazioni e dei documenti di accettazione dei materiali e dei prodotti;
- e) esame del modello geologico e delle indagini geotecniche eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione, e delle prove di carico sul terreno e sui pali, come prescritte nel presente testo;
- f) controllo dei verbali e dei risultati delle prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei Lavori su componenti strutturali o sull'opera.

.....

- g) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della curabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare:
 - prove di carico;
 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante prove non distruttive: nel caso delle strutture in conglomerato cementizio armato il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera va eseguito in conformità a quanto indicato nel paragrafo 11.1.6;

- monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera, da proseguire anche dopo il collaudo della stessa.

Il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d'opera quando vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili, a seguito del proseguire della costruzione.

PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, non potranno avere luogo prima che la struttura o il componente strutturale da provare, abbia la configurazione di funzionamento finale. I materiali degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese (deformazioni, livelli pensionali, reazioni dei vincoli, ecc...) deve essere sottoposto al Direttore dei Lavori ed al progettista e reso noto al Costruttore per accettazione.

Nel caso di mancata accettazione da parte del Progettista e/o del Costruttore, il Collaudatore, con relazione motivata, potrà chiederne l'esecuzione al Direttore dei Lavori, ovvero dichiarare l'opera non collaudabile.

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro attuazione, è responsabile il Direttore dei Lavori.

Le azioni di prova devono raggiungere i valori massimi di progetto, ovvero, quelle che provocano il massimo cimento statico previsto nelle calcolazioni di progetto. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi, le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo, ovvero ripetute su più cicli.

Il giudizio sull'esito della prova è completa responsabilità del Collaudatore.

L'esito della prova va valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte lesioni, deformazioni o dissesti che compromettano la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non super una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura tenda ad un comportamento elastico.
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

.....

il collAudatore dovrà a priori stabilire una congrua numerosità statistica di prove ovvero il numero di cicli di prova a seconda del componente strutturale o dell'opera da collaudare. Nel caso che l'opera preveda diversi componenti strutturali, le prove dovranno essere ripetute per ogni tipo di componente.

Le prove possono essere integrate da prove dinamiche che giudicano il comportamento dell'opera attraverso la risposta dinamica della struttura. In questo caso, il periodo di vibrazione fondamentale deve risultare non maggiore di quello calcolato.

La validità delle prove dinamiche diventa significativa quando possono essere confrontate con prove statiche standard.

Strade

Dal **D. M. 14 settembre 2005**

Collaudo statico. I ponti non possono essere posti in esercizio prima dell'esecuzione del collaudo statico di cui all'art. 7 della legge n. 1086 del 5 novembre 1971.

Per il collaudo statico l'impalcato del ponte deve essere soggetto al massimo carico di progetto, comprensivo dell'effetto dinamico e disposto nelle condizioni più sfavorevoli al fine di produrre il massimo cimento statico previsto in progetto. Dovrà essere controllato che le deformazioni sotto i carichi di prova, in termini di abbassamenti e rotazioni, ecc... siano comparabili con quelle previste in progetto e le eventuali deformazioni residue non risultino superiori al 10% delle massime, ovvero successive prove di carico dimostrino che la deformazione residua tenda a diminuire, fino a rientrare nella soglia del 10%.

Per i ponti a campata multipla, ogni campata deve essere sottoposta ai carichi massimi di progetto, e per ogni campata ogni 5, bisogna procedere alla collaudabilità statica di cui al paragrafo precedente.

Per le opere di significativa rilevanza, le prove statiche andranno completate da prove dinamiche, che misurino la rispondenza del ponte all'eccitazione dinamica, controllando che il periodo fondamentale sperimentale sia confrontabile con quello previsto in progetto. Le operazioni di collaudo dovranno svolgersi in conformità alle prescrizioni di cui al capitolo 8.

Ferrovie

Per le FS le disposizioni sono analoghe; è da evidenziare la comparsa di prescrizioni relative alle prove dinamiche sotto riportate in estratto.

Dalla **ISTRUZIONE 2.6.95**

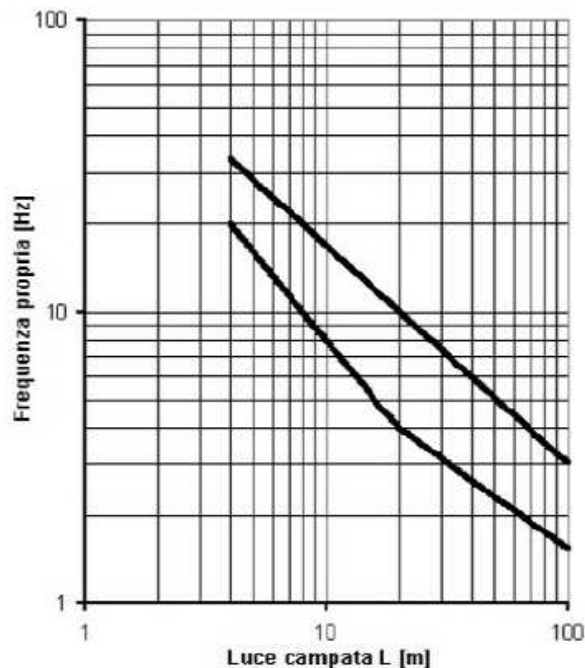
....

Il collaudatore potrà anche procedere....all'esecuzione di ulteriori controlli a mezzo di prove dinamiche....

Nell'ambito delle prove dinamiche potranno essere previsti indagini e controlli che...potranno fornire un quadro organico della struttura ed un conseguente controllo delle modellazioni a base dell'analisi strutturale. Tali indagini potranno costituire, inoltre, la base di raffronto per le successive indagini e controlli periodici in fase di esercizio....

Nel testo sono state sottolineate alcune parti per evidenziare punti e procedure delle quali si parlerà più avanti, e che vengono utilizzate nel caso si debbano ricollaudare ponti esistenti a seguito di riclassificazioni delle opere o di lavori strutturali.

E' interessante notare, riguardo alle prove dinamiche, che nella istruzione FS si riporta una "valutazione" della compatibilità della frequenza misurata con dei valori teorici, come si può vedere:



Oltre a ciò, compare nell'Istruzione FS un riferimento particolare relativo anche alla gestione:

“per le opere di maggior impegno statico, o nei casi si volesse tener sotto controllo l'evoluzione di particolari grandezze, sarà opportuno prevedere già in fase di progettazione un opportuno monitoraggio che individuando i parametri da monitorare, gli strumenti e le allocazioni nell'ambito dei vari elementi strutturali, possa costituire, sulla base di valori preindicati, base per una valutazione attendibile dello stato dell'opera nel tempo.”

Infine è da ricordare che il collaudo è il punto di partenza per costruire la “storia” dell'opera mediante visite e controlli.

LE NORME DI CONTROLLO E MANUTENZIONE

La gestione dei ponti si articola (strade e ferrovie) Istruzione del 1990 e 1995, in:

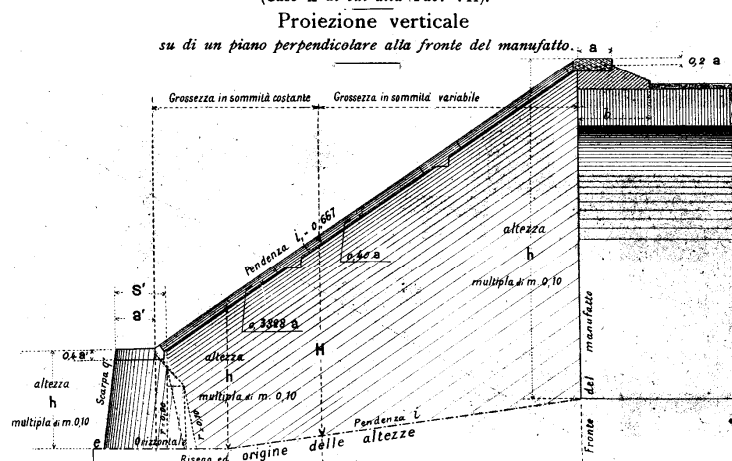
- vigilanza;
- ispezione;
- manutenzione: ordinaria-straordinaria;
- interventi statici: restauro – adeguamento - ristrutturazione.

Ogni amministratore che gestisce opere d'arte è tenuto alla redazione di normative per il controllo dello stato di salute delle opere stesse.

Più che analizzare le singole normative ed entrare nei dettagli dei vari capitoli della gestione (reperibili nelle Istruzioni citate) è opportuno ricercare qual è il loro motivo guida e di conseguenza, come è opportuno affrontare gli adempimenti in esse previsti. Le parti in *corsivo* sono tratte dalle circolari stradali e ferroviarie nei paragrafi che interessano le ispezioni.

33

TAV. VIII.
 Muro d'ala a valle con grossezza in sommità parte variabile e parte costante
 su risega di fondazione inclinata fino a 0,10 e con muro di risvolto.
 (Caso A di cui alla Tav. VII).



Le alterazioni delle prestazioni

Se potessimo escludere ogni tipo di degrado e se non intervenissero modificazioni in termini di carichi d'esercizio non servirebbero visite; quindi la loro necessità è essenzialmente per rilevare le alterazioni intervenute nel tempo.

Le modificazioni influiscono sul ponte in varia misura a secondo delle loro caratteristiche; cura delle Amministrazioni è che le alterazioni non modifichino le "prestazioni" del ponte.

I livelli di prestazione possono essere diversi:

- la sicurezza – evidentemente il parametro più importante; essa va comunque distinta, ai fini dell'esame della struttura, in sicurezza di chi viaggia sopra il ponte e di chi è o può essere sotto il ponte
- la regolarità del traffico – anche in questo caso sopra o sottostante il ponte; il ponte deve infatti garantire le sue prestazioni in termini di velocità e carico dei mezzi transitanti, e di quelli eventualmente scavalcati
- la prevenzione – la manutenzione mirata ad evitare il degrado tecnologico ed il conseguente al degrado prestazionale.

Sapere a quale livello di garanzia delle prestazioni del ponte si deve porre attenzione nel corso della visita, è un valido aiuto per capire come affrontare la visita stessa.

Quali infrastrutture osservare:

- portanti e pertinenze;
- in elevazione;
- zona di posa delle fondazioni;
- letto ed alveo dei corsi d'acqua;
- scarpate e terreno latitante.

E quali possono essere le cause del degrado:

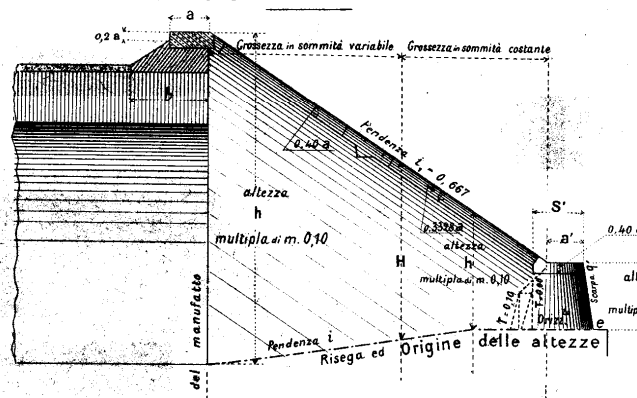
- la vetustà di alcune opere;
- l'effetto di riparazioni successive;
- l'influenza della crescente intensità della circolazione;
- l'aumento dei carichi trasferiti alle strutture da questa circolazione;
- lo stress provocato dall'intensificarsi delle azioni dinamiche (velocità, vibrazioni, ecc.).

Muro d'ala a monte
con grossezza in sommità parte variabile e parte costante
su risega di fondazione inclinata fino a 0,10 e con muro di risvolto.

(Caso A di cui alla Tav. VII).

Proiezione verticale

su di un piano perpendicolare alla fronte del manufatto.



La frequenza di visita

Stabiliti i livelli di prestazione, il problema si sposta sulle frequenza dei controlli: quali sono le reali necessità e quali sono le disponibilità in termini di risorse?

Il giusto connubio è ciò che viene richiesto ad un buon amministratore; le possibilità sono:

- visita a cadenza costante su tutti i ponti;
- visita in tempi personalizzati per ogni ponte.

Più semplice la prima, più logica la seconda; normalmente si opta per una forma cadenzata per tutti i ponti, tranne quelli che necessitano visite più frequenti, quelli più importanti o quelli per i quali si è rilevato un degrado significativo.

La classificazione in merito all'importanza deve essere oggettiva ed una linea gerarchica può essere costruita discriminando alcuni parametri quali:

- strategicità dell'opera;
- carico veicolare;
- la complessità strutturale;
- disagio indotto da interruzione di servizio,

mentre l'analisi del degrado può essere ordinata in termini di:

- problemi di sicurezza;
- regolarità del traffico;
- danno economico.

Conoscere i motivi conduttori dell'ispezione adeguandone conseguentemente l'approccio, può essere molto utile per giungere alla buona esecuzione della visita; come lo è avere chiara la priorità dei motivi sopraindicati, per disporre l'aumento della frequenza di visita con cognizione e senza spreco di risorse.

Come può avvenire la vigilanza:

Ispezione trimestrale a tutti i manufatti di loro pertinenza, per accertare lo stato di consistenza e di conservazione delle strutture, nonché eventuali dissesti che dovessero apparire alle parti visibili dei manufatti:

il personale addetto alla manutenzione, i capireparto i geometri addetti alla zona, i tecnici di tronco o capi zona.

Controllo straordinario:

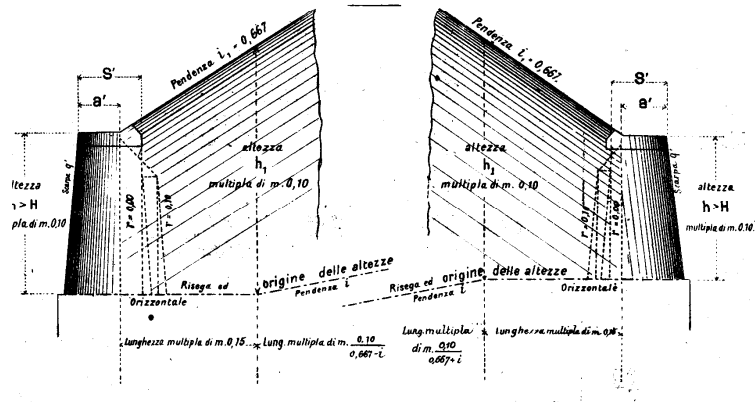
ingegneri addetti alla zona od al tronco (capisezione e simili).

Esame annuale dei manufatti più importanti, avuto riguardo anche alla vetustà delle opere ed al tipo di struttura resistente, mediante anche saggi ed ispezioni: ingegneri di zona o di tronco.

Muro di risvolto,
in muro d'ala a grossezza in sommità variabile
su risega di fondazione inclinata fino a 0,10.
(Caso A di cui alla Tav. VII).

Muro a valle Muro a monte

Proiezione verticale
su di un piano perpendicolare alla fronte del manufatto.



L'incarico, le modalità di visita e il livello di approfondimento

Stabilita la frequenza occorre ora individuare le responsabilità: il personale dell'Amministrazione, con quali competenze? Quante opere possono essere assegnate ad ogni operatore? A che livello di approfondimento devono essere effettuate le visite? Con quali mezzi devono essere effettuate le verifiche?

Sono questioni legate tra di loro con ripercussioni in termini di risorse disponibili.

Normalmente le Amministrazioni scelgono di far eseguire controlli al personale sul territorio (la vigilanza), generalmente con bassa competenza specifica e di conseguenza con basso livello di approfondimento, riservando le visite ispettive a personale competente e con buon approfondimento, assegnando casi particolari a personale specializzato.

Considerando le normali ispezioni occorre comunque ritornare alle domande poste, partendo dalla terza. Infatti l'approfondimento, quasi sempre legato al "livello" di prestazione del ponte che si vuol controllare, influisce sulle competenze necessarie e sul numero di ponti visitabili (a visite più superficiali corrispondono più ponti visitati, a parità di risorse).

E' opportuno comunque venga fissato a priori quale scopo deve avere la visita; di conseguenza potranno individuarsi le competenze e il livello di approfondimento con determinazione dei tempi necessari e dei mezzi occorrenti.

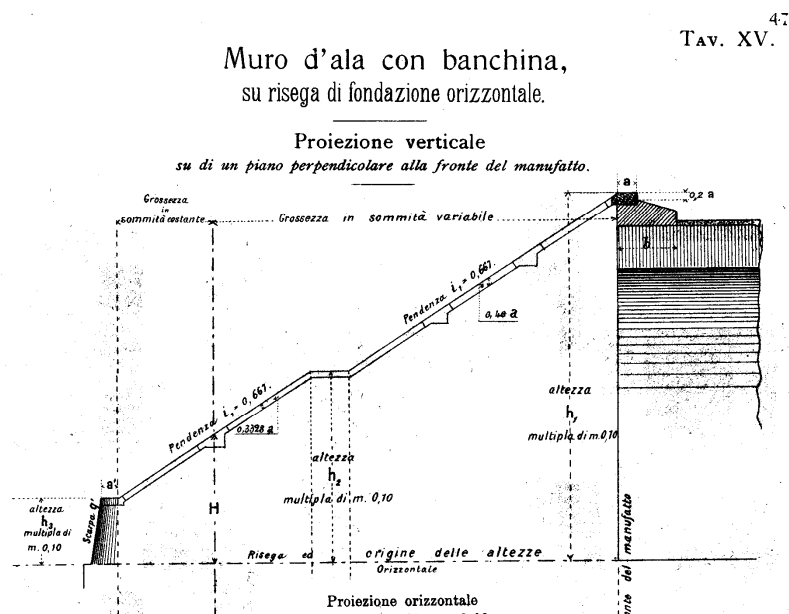
Se vi sono possibili problemi per la sicurezza e la regolarità, ci troviamo di fronte a problemi strutturali, normalmente su un numero esiguo di ponti, pertanto riveste massima importanza la competenza tecnica del personale interessato; se invece si tratta di prevenzione, è sì importante la competenza, ma trovandoci di fronte ad un numero notevole di ponti, e di conseguenza di operatori, riveste primaria importanza l'omogeneità di giudizio degli stessi e lo stabilire le procedure di visita.

Pertanto, fissato lo scopo delle visite (che potrà anche comprendere tutti i livelli indicati), si potrà individuare:

- il numero dei ponti da visitare per ogni operatore;

- il livello di competenza del personale;
- cosa controllare e quanto approfonditamente;
- se occorrono strumenti particolari di ausilio.

Come detto il numero dei ponti assegnati è funzione delle altre grandezze individuate, della disponibilità di personale e mezzi ecc.



L'omogeneità del giudizio e i mezzi di ausilio

Il terzo punto (cosa controllare e quanto approfonditamente) permette ulteriori osservazioni. La visita è per motivi di sicurezza o regolarità dovrà essere approfondita ed affidata ad un conoscitore dei meccanismi strutturali. Occorre però una specie di "guida" alla visita costituita dai disegni del ponte, dai precedenti storici (visite periodiche o altre segnalazioni) con la descrizione dei difetti e possibilmente delle foto, per permettere un confronto con la situazione attuale. Tutti questi elaborati non devono essere necessariamente in possesso dell'operatore, ma consegnati per l'esecuzione della visita dall'ufficio incaricato dell'archiviazione dei dati, che sarà incaricato anche della valutazione degli stessi dopo ogni visita.

La visita è per motivi di manutenzione (ad esempio stabilire dove utilizzare i fondi esistenti o fissare una priorità di interventi su finanziamenti annuali). Come detto è probabile ci si trovi di fronte ad una pluralità di operatori con minor specializzazione; è quindi essenziale stabilire una omogeneità di comportamenti e valutazioni in modo da avere una effettiva graduatoria di priorità.

L'omogeneità del giudizio è un problema comune a tutte le Amministrazioni che gestiscono opere d'arte e che può essere affrontato fissando alcuni punti:

- a) il personale deve essere formato a formulare un giudizio il più possibile uniforme;
- b) deve essere proposto un metodo di osservazione dei danni o difetti;

- c) occorre individuare un algoritmo che, individuati i difetti e la loro entità, fornisca un numero per poter stabilire una "graduazione di danno";

Per il primo punto si può osservare soltanto l'opportunità della formazione sul campo e la necessità di una organizzazione di formazione che deve essere anch'essa omogenea.

Il metodo: molte nazioni (Francia, Giappone, USA, Germania, Austria ed ora Italia) adottano metodi diversi tra loro, ma con in comune l'obiettivo di stabilire la "graduazione di danno". Normalmente le linee generali dei metodi utilizzabili sono simili e comprendono l'esame del danno in: tipo, estensione, intensità, elemento strutturale interessato, individuando:

Numero di base per il danno	G
Fattore di estensione	k1
Fattore di intensità	k2
Fattore di elemento strutturale	k3

Da questi si passa alla

Valutazione o numero base per l'intera struttura

$$S = \text{Somatoria } (G \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3)$$

Di qui si può passare alla classificazione del danno e ai conseguenti interventi e/o limitazioni del traffico

Come si vede, tutto il metodo è improntato alla ricerca della limitazione della soggettività del giudizio, affidandosi ad una valutazione numerica, prefissata per il danno (G), da calcolare per l'estensione e l'intensità (k1 e k2), valutabile per l'elemento strutturale (k3). Oltre tutto ha il pregio di abbinare a ogni ponte un numero dal quale far discendere priorità di intervento e sua complessità, con correlato onere economico.

Cosa esaminare nel corso della visita:

- *pile e pilastri;*
- *colonne;*
- *archi e volte;*
- *solette e travature;*
- *nervature;*
- *muri.*

Osservando:

- *lesioni;*
- *crepe;*
- *fessurazioni;*
- *rigonfiamenti dei paramenti esterni;*
- *distacchi e cedimenti;*
- *movimenti, nonché scoscendimenti o franamenti del terreno.*

Per ciò che riguarda i mezzi di ausilio alle valutazioni, occorre distinguere:

- mezzi per la determinazione di grandezze "locali";
- mezzi di valutazione globali della struttura (prove statiche o dinamiche).

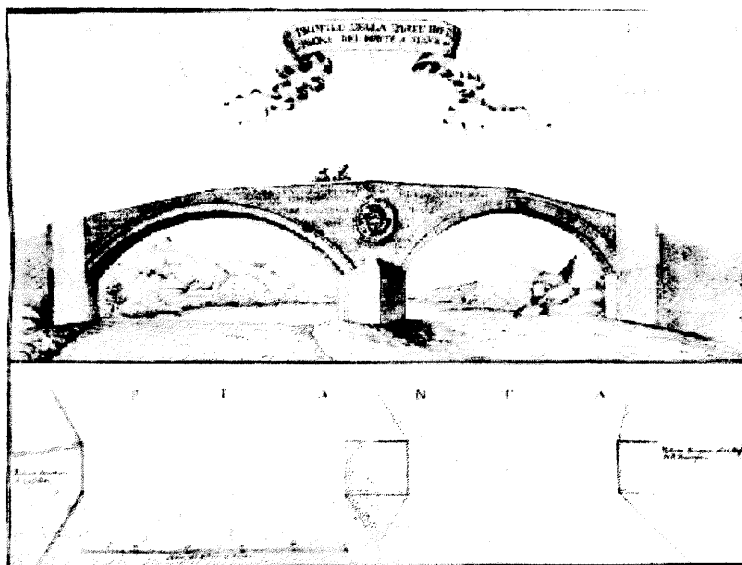
I primi servono soprattutto per la corretta compilazione del rapporto di visita; i secondi per la valutazione globale della struttura nel suo livello di mantenimento delle prestazioni di sicurezza e regolarità.

Possiamo elencare le prove più comuni da comprendere tra i mezzi "locali":

- sondaggi delle fondazioni ed endoscopie;
- prove soniche ed ultrasoniche;
- prove con martinetto piatto semplice o doppio;
- carotaggi e prelievi e relative prove di laboratorio;
- pull-out e prove sclerometriche;
- rilievi delle armature e prove di carbonatazione;

Tra le prove globali si può inserire la modellazione numerica della struttura, da effettuarsi sulla base delle prove locali, della prova di carico e della caratterizzazione dinamica.

Come si ricorderà parte di questi mezzi era citata nelle norme progettuali o di collaudo; molte di esse sono essenziali per gli approfondimenti necessari al "ri-collaudo", ove vi fosse necessità.



I risultati della visita

Come si vede la problematica che ruota attorno alle visite ai ponti è molto complessa e non è recente. In un documento dell'epoca medicea (1700 circa) è riportato quanto segue:

"I ministri delle magistrature granducali dovevano ispezionare una o due volte l'anno (generalmente all'inizio dell'autunno) tutto il territorio dello Stato, per controllare se i confini fossero alterati o deteriorati, se i letti dei fiumi, le loro sponde e argini fossero in buono stato di manutenzione e di funzionalità, se le strade e i ponti avessero bisogno di qualche riparazione".

Queste ispezioni si chiamavano visite e l'atto dell'ispezionare ai vari luoghi, poiché il ministro vi si recava a cavallo, si diceva cavalcare. Un apposito perito, che secondo i tempi o i casi poteva essere un capomastro, un architetto, un ingegnere o un aiuto, rilasciava un rapporto scritto di natura tecnica, che prendeva il nome di referto e che doveva essere accompagnato da un disegno o schizzo del luogo ispezionato.

Quando occorreva procedere a qualche opera di riparazione si attivava il meccanismo della comandata, che era un'intimazione della pubblica autorità con cui era fatto obbligo ai contadini dei terreni attraversati dal fiume o dalla strada da riparare, di prestare il proprio lavoro per l'esecuzione delle opere necessarie. I contadini si presentavano sul luogo indicato, alla data e all'ora stabilita, portando con sé gli arnesi da lavoro e gli animali da tiro richiesti, all'occorrenza anche con terra o pietre, ed erano obbligati a lavorare tutta la giornata per tutto il tempo che risultasse necessario. Il non presentarsi sul posto indicato dalla pubblica autorità assumeva il nome tecnico di disobbedita e la pena prevista era quella del carcere, anche se la prassi mitigava il più delle volte il rigore legislativo, limitandosi la pubblica autorità ad applicare qualche multa.

Tranne l'ultima parte, riguardante il modo del ripristino, la cosa non differisce di molto dall'attualità: ispezioni almeno annuali, rapporto scritto, disegno del luogo ispezionato.

E' interessante osservare che anche allora veniva redatto un "referto" della visita. Vediamo quindi in cosa consiste, al giorno d'oggi, stilare un "referto".

Molte sono le caratteristiche che la documentazione risultante dalle visite deve avere; in particolare si possono evidenziare:

- richiamo alla situazione storica;
- descrizione esauriente, ma sintetica di quanto riscontrato;
- data della visita, nome dell'operatore ecc.;
- a chi deve essere inoltrata la documentazione per l'approvazione;
- dove deve essere archiviata la documentazione.

A cosa può servire e cosa contiene il referto:

Futura redazione di computi e progetti manutentori, di riparazione o di consolidamento:

- alle strutture verticali (pilastri, pile, colonne, spalle, muri andatori. ecc.);
- agli appoggi delle strutture orizzontali;
- alle travature;
- agli archi.

Scheda relativa alla vita del manufatto:

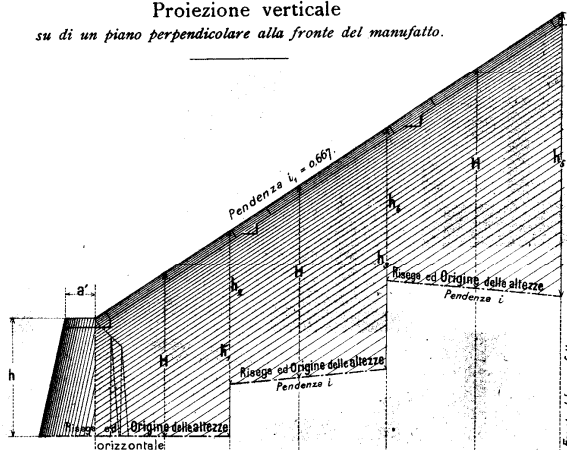
- epoca della costruzione;

- *impresa;*
- *caratteristiche principali;*
- *date delle riparazioni e delle eventuali ricostruzioni;*
- *funzionari incaricati;*
- *collaudi effettuati;*
- *date delle ispezioni di controllo alle condizioni statiche;*
- *i funzionari accertanti;*
- *l'esito dell'accertamento.*

Da chi è firmato il referto (nel caso di visite periodiche e straordinarie):

- dal Capo Reparto preposto all'esercizio, che esprime il giudizio globale sullo stato dell'opera e propone gli eventuali provvedimenti da adottare con le modalità di esecuzione;
- dal Dirigente dell'Ufficio Produzione che firmerà la documentazione stessa, sia in segno dell'azione di vigilanza che gli compete;
- dal Dirigente dell'Ufficio Manutenzione, che vista la documentazione di cui ai punti precedenti e assegna il grado di priorità ai provvedimenti da adottare

TAV. XIV
Muro d'ala
 su risega di fondazione a gradoni e con riseghe verticali nella parete interna.
 (Caso B della Tav. VII).
 Proiezione verticale
 su di un piano perpendicolare alla fronte del manufatto.



L'archiviazione

Ogni Amministrazione archivia secondo le proprie norme, tradizioni e strutture, ma comunque importanti sono i motivi per i quali si effettua l'archiviazione; ecco alcuni:

- verificare che le visite siano state fatte;
- tener nota dei risultati delle visite;
- verificare che le notizie siano state portate a conoscenza di chi deve decidere;
- mantenere un percorso "storico" della vita del ponte;
- poter decidere le priorità degli investimenti;

- riportare gli interventi effettuati ecc.

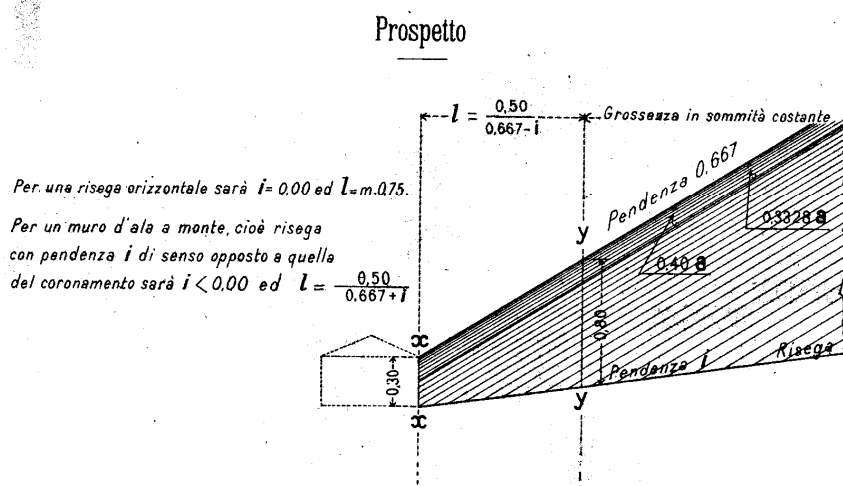
Essa può adeguare alle proprie esigenze la documentazione; è da ricordare che nel caso si voglia avere una esauriente documentazione (comprensiva magari di foto e schizzi), si ottiene una mole cartacea di non poco conto, se moltiplicata per tutti i ponti interessati. Se poi consideriamo l'archiviazione, che deve interessare tutti gli anni di vita del ponte, si arriva ad una quantità ingestibile di documenti.

E' ovvio che occorre ricorrere all'ausilio dell'informatica per disporre, non tanto di una buona archiviazione (ottenibile anche su supporto cartaceo), quanto di un efficace strumento di ricerca, analisi e di supporto decisionale. L'archiviazione informatica dovrà essere il più semplice possibile, con una gestione decentrata, in modo che gli operatori possano effettivamente godere dei benefici del supporto, pur mantenendo tutte le garanzie di sicurezza nel trattamento dei dati per evitare incolpevoli o volontarie modifiche errate dei documenti.

Una archiviazione corretta permetterà di programmare con efficacia le visite e le relative frequenze, oltre a poter fornire il corretto ausilio cartaceo al personale che effettua la visita.

TAV. XVI.

Muro d'ala senza muro di risvolto.



CONCLUSIONI

Per chiudere due brevi riflessioni su quanto è importante la conoscenza della normativa ai fini delle visite e quanto viene influenzato il giudizio di visita dalla normativa. Tutto dipende dal livello di approfondimento: se si vuole decidere delle priorità di manutenzione, l'importanza è relativa, mentre è essenziale nel caso di problemi strutturali: è comunque consigliabile sia a conoscenza anche dell'operatore che effettua le visite, se non nella totalità, almeno per aver la possibilità di collegare i difetti alle cause.

Come visto nei punti precedenti è evidente che ogni ponte è stato costruito secondo i dettami dell'epoca e pertanto ogni giudizio sulla sua capacità di resistenza è influenzato da quanto "margine" dispone tra i carichi di progettazione e quelli attuali o futuri e questo può essere desunto, visto che quasi sempre sono introvabili i calcoli originari, soltanto dalle norme del momento della costruzione.

Le visite devono essere un impegno che si sviluppa lungo tutto l'arco di vita del ponte e vanno svolte nel rispetto di ciò che è compreso nelle normative e di quello che nelle normative non è riportato, ma che una normale riflessione sull'argomento fa emergere come opportuno, ricordando che la visita sviluppa la sua potenzialità soprattutto nel futuro e deve essere comprensibile ad altri; di qui la necessità di curare le metodiche di visita e di relazione e la relativa archiviazione.