

6) Geometria generale

1	Lunghezza delle campate									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
2	Curve SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>			Raggio (m) _ _ _ _			Verso destra <input type="radio"/> sinistra <input type="radio"/>			

7) Impalcati

1	Morfologia					
	A <input type="checkbox"/> A travata	B <input type="checkbox"/> Solettone	C <input type="checkbox"/> Cassone	D <input type="checkbox"/> Reticolare	E <input type="radio"/> Muratura	
2	Vincoli					
A	Tipo	1 <input type="checkbox"/> Apparecchi in acciaio	2 <input type="checkbox"/> Apparecchi in gomma armata	3 <input type="checkbox"/> Apparecchi in piombo	4 <input type="checkbox"/> Strutture continue	5 <input type="checkbox"/> Altro _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
B	Dispositivi antisismici	1 <input type="checkbox"/> Isolatori gomma armata	2 <input type="checkbox"/> Isolatori in gomma con nucleo in piombo	3 <input type="checkbox"/> Isolatori a scorrimento con smorzatori viscosi	4 <input type="checkbox"/> Dispositivi di tipo isteretico	5 <input type="checkbox"/> Altro _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
C	Distanze dal bordo	1	Minima distanza appoggio da bordo pila _ _ _ _ (cm)		2	Minima distanza appoggio da bordo spalla _ _ _ _ (cm)
D	Presenza ritegni	1	Trasversali SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>		2	Longitudinali SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
E	Giunti longit.	1	Giunto di spalla _ _ _ _ (cm)		2	Giunto su pila _ _ _ _ (cm)

8) Pile

1	Tipologia d'insieme								
A <input type="checkbox"/> Fusto unico	1	<input type="checkbox"/> Semplice	B <input type="checkbox"/> Telaio	1	<input type="checkbox"/> Semplice	C <input type="checkbox"/> Altro	1	<input type="checkbox"/> _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	
	2	<input type="checkbox"/> Multiplo		2	<input type="checkbox"/> Interconnesso		2	<input type="checkbox"/> _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	
				3	<input type="checkbox"/> Spaziale		3	<input type="checkbox"/> _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	
				4	<input type="checkbox"/> Diaframmato		4	<input type="checkbox"/> _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	
2	Altezza totale Pila1 _ _ _ _ , _ _ (m)	3	Dimensione massima della sezione di base _ _ _ _ , _ _ (m)	4	Dimensione minima della sezione di base _ _ _ _ , _ _ (m)				
5	Altezza totale Pila2 _ _ _ _ , _ _ (m)	6	Dimensione massima della sezione di base _ _ _ _ , _ _ (m)	7	Dimensione minima della sezione di base _ _ _ _ , _ _ (m)				
8	Elemento Orizzontale					SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>			
A	Materiale	1	<input type="checkbox"/> Acciaio	2	<input type="checkbox"/> C.A.	3	<input type="checkbox"/> C.A.P.		
B	Sezione	1	<input type="checkbox"/> Cava Aperta	2	<input type="checkbox"/> Cava Chiusa	3	<input type="checkbox"/> Piena		
9	Elemento Verticale								
A	Sezione	1	<input type="checkbox"/> Circolare o Poligonale	2	<input type="checkbox"/> Rettangolare	3	<input type="checkbox"/> Ellittica	4	<input type="checkbox"/> Altra _ _ _ _ _ _ _ _

9) Spalle

A	Tipologia spalla inizio	1	<input type="radio"/> Muro a parete sottile	2	<input type="radio"/> Telaio	3	<input type="radio"/> Muro a gravità	4	<input type="radio"/> Altro _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
B	Tipologia spalla fine	1	<input type="radio"/> Muro a parete sottile	2	<input type="radio"/> Telaio	3	<input type="radio"/> Muro a gravità	4	<input type="radio"/> Altro _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

18) Livello di conoscenza		
A	LC1: Conoscenza Limitata	<input type="radio"/>
B	LC2: Conoscenza Adeguata	<input type="radio"/>
C	LC3: Conoscenza Accurata	<input type="radio"/>

D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="radio"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input type="radio"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con verifiche in situ	<input type="radio"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		4) Disegni costruttivi completi con verifiche in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="radio"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e prove in-situ	<input type="radio"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con prove in-situ	<input type="radio"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="radio"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con prove in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="radio"/>

19) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro _ _ _ _
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)	_ _ _	_ _ _				_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _ _	_ _ , _	_ , _ _	_ _ _ _
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)	_ _ _	_ _ _				_ _ , _	_ , _ _	_ _ _ _
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _

20) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare o semplificata	<input type="radio"/>	1	Coefficiente di struttura q longitudinale _ , _ _	2	Coefficiente di struttura q trasversale _ , _ _
B	Analisi dinamica lineare	<input type="radio"/>				
C	Analisi statica non lineare	<input type="radio"/>				
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="radio"/>				

21) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale		<input type="radio"/>
B	Modello tridimensionale		<input type="radio"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione longit. _ , _ _	Direzione trasvers. _ , _ _
D	Masse partecipanti	Direzione longit . _ _ %	Direzione trasvers . _ _ %

NOTE ESPLICATIVE SULLA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

Nell'ambito di una rete viaria, deve essere compilata una scheda per ogni ponte/viadotto presente lungo il percorso.

La scheda è divisa in **26 paragrafi**. Le informazioni sono generalmente definite annerendo le caselle corrispondenti; quelle rappresentate con il simbolo (O) rappresentano una scelta univoca, mentre quelle rappresentate con il simbolo (□) rappresentano una multiscelta. Dove sono presenti le caselle [] si deve scrivere in stampatello, nel caso delle lettere partendo da sinistra, nel caso dei numeri da destra. Ogni scheda deve riportare la data del censimento (campo "data") ed un numero progressivo univoco (campo "Scheda n.") assegnato direttamente dal soggetto proprietario.

Al Dipartimento della Protezione Civile è riservato il campo in alto a destra della scheda nel quale sarà riportato un codice univoco.

La scheda deve essere firmata e timbrata dal beneficiario dei contributi ex-ordd. 3362/04 e 3376/04 e dal tecnico incaricato della verifica.

Nel seguito delle note esplicative si farà riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni emanate con Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14.1.2008 e relative Circolari, indicate nel seguito come "NTC" o come "Norma".

Paragrafo 1 - Identificazione del ponte.

Se il ponte è compreso nei programmi di verifiche finanziati con OPCM n. 3362/04 o 3376/04 e s.m.i deve essere inserito il numero di repertorio del DPCM che ha finanziato la verifica ed il numero progressivo della verifica nell'ambito del DPCM.

Identificare la tipologia di ponte, desunta dagli elenchi A e B approvati con decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21/10/2003. Nel campo "Codice identificativo" deve essere riportato il codice alfanumerico di tre caratteri composto dalla lettera dell'elenco (A o B) cui appartiene il ponte/viadotto, dal numero del paragrafo (per i ponti/viadotti è sempre "2") e dal numero del sottoparagrafo (ad esempio per i ponti presenti lungo la rete autostradale il codice identificativo è A21, per i ponti del sistema di grande viabilità ferroviaria il codice è B21).

In relazione alla collocazione del ponte, si devono compilare i campi "Regione", "Provincia", "Comune" e "Frazione/Località" secondo la denominazione dell'Istat (ad esempio LAZIO, ROMA, SANTA MARINELLA). Analogamente si devono compilare i relativi codici Istat nei campi "Istat Reg.", "Istat Prov." e "Istat Comune".

Nel campo "Denominazione rete viaria/ferrov" indicare la denominazione della rete viaria o ferroviaria cui appartiene l'opera censita (ad esempio AUTOSTRADA A24, oppure STRADA STATALE 18). Nel campo "Identificativo struttura" indicare se l'opera censita appartiene direttamente alla rete viaria strategica o rilevante (in questo caso annerire la casella rispondente a "ponte") oppure si tratta di un cavalcavia della stessa (in questo caso annerire la casella rispondente a "cavalcavia").

Nei campi "Progr. dal Km" e "al Km" indicare la progressiva chilometrica di inizio e fine ponte, calcolata in riferimento alla posizione del ponte lungo la rete viaria (ad esempio dal Km 600+450 al Km 600+750).

Nella sezione "Coordinate geografiche" si devono riportare le coordinate della progressiva iniziale del ponte, indicate nel sistema European Datum ED 50 proiezione Universale Trasversa di Mercatore (UTM), fuso 32-33. Nei campi "E" e "N" vanno rispettivamente indicate le coordinate chilometriche Est e Nord. Nel campo "Fuso" va indicato il numero del fuso di appartenenza della proiezione Universale Trasversa di Mercatore che per l'Italia vale 32 o 33. I dati possono essere acquisiti con un sistema GPS.

Nella sezione "Denominazione ponte" riportare la denominazione estesa, senza abbreviazioni, del ponte (es. PONTE SERENO).

Nelle sezioni "Proprietario" e "Concessionario", riportare rispettivamente il nome del proprietario o del legale rappresentante dell'Ente proprietario del ponte e, se diverso dal precedente il nome del concessionario.

Paragrafo 2 - Dati dimensionali e età di costruzione/ristrutturazione

Nel campo "Superficie totale del ponte" indicare la superficie (in metri quadri) del ponte, conteggiata fra i giunti di spalla.

Nel campo "Numero totale di campate" indicare il numero totale di campate che compongono il ponte.

Nel campo "Anno di progettazione" indicare l'anno in cui il progetto esecutivo è stato approvato dall'Ente appaltante.

Nel campo "Anno di ultimazione della costruzione" indicare l'anno di ultimazione dei lavori.

Nel campo "Anno di progettazione di eventuali interventi di modifica sostanziale eseguiti" indicare, se presente, l'anno di progettazione degli interventi di miglioramento/adequamento sismico effettivamente realizzati.

Paragrafo 3 – Tipologia strutturale e materiale principale delle strutture

Nella prima parte del paragrafo indicare la tipologia strutturale del ponte scegliendo tra le categorie presenti (ponte a travi appoggiate, ponti a trave continue, etc.) oppure utilizzando il campo "Altro".

Nella seconda parte del paragrafo 3 indicare il materiale principale delle strutture costituenti il ponte (spalle, pile, impalcato).

Paragrafo 4 – Dati di esposizione

Indicare il numero di autoveicoli transitanti nelle ore di traffico intenso per i ponti stradali ed il numero di treni transitanti per giorno per i ponti ferroviari. Il primo valore è dato dal rapporto del numero complessivo medio di autoveicoli transitanti nelle ore di traffico intenso per il numero di ore che si considerano di traffico intenso (ad esempio per un ponte stradale che ha mediamente 16 ore di traffico intenso, sul quale transitano complessivamente una media di 3000 autoveicoli, il valore da riportare è pari a 188, ottenuto come il rapporto di 3000 su 16).

Paragrafo 5 - Dati geomorfologici

Nel paragrafo 5 deve essere indicata la morfologia del sito (cresta, pendio forte, pendio leggero, pianura) e gli eventuali fenomeni franosi del terreno su cui insiste l'opera o che potrebbero comunque coinvolgere l'opera stessa.

Paragrafo 6 - Geometria generale

Nel paragrafo 6 riportare la luce delle campate seguendo una numerazione progressiva, nel verso della progressiva chilometrica crescente. Per campata si intende l'intervallo tra due pile, o pila e spalla, o due spalle, entrambe che spiccano dalla fondazione. Una campata può essere composta da più di un impalcato, come nel caso degli impalcati tipo gerber.

La luce è misurata tra gli assi di due pile o dall'asse di un appoggio su di una spalla.

Indicare se sono presenti curve; se il ponte è in curva indicare il raggio della curva e se questa è destra o sinistra (rispetto al verso della progressiva chilometrica crescente); lasciare bianco se il ponte è rettilineo.

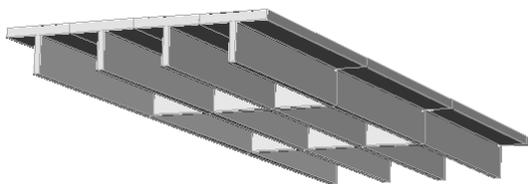
Paragrafo 7 – Impalcati

Nel paragrafo 7 nel campo 1 si deve indicare la morfologia dell'impalcato e nel campo 2 vengono richieste informazioni sui vincoli (vedi la figure di seguito), la tipologia, l'eventuale presenza di dispositivi antisismici. Nella riga A si descrive il tipo di appoggio utilizzato, . Nella

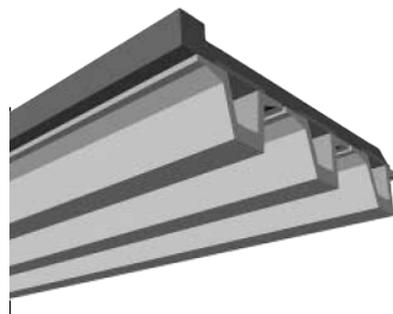
riga B la presenza eventuale di dispositivi antisismici. Le descrizioni predefinite si riferiscono principalmente agli isolatori (dispositivi che innalzano il periodo fondamentale), aggiungendo una capacità dissipativa più o meno pronunciata. Altri tipi di dispositivo possono essere indicati nel campo "Altro". Nel caso in cui uno stesso vincolo riunisca in sé le funzioni di appoggio e di dispositivo antisismico (p. es. HRLRB) vanno compilate entrambe le righe. Nella riga C indicare le distanze degli assi di appoggio dal limite della zona di appoggio offerta dall'elemento verticale. L'informazione è utile ai fini del confronto fra gli spostamenti attesi in caso di sisma severo o di collasso e la disponibilità di spazio per evitare la perdita di supporto (dimensione "a" in figura). Nella riga D indicare la presenza di ritegni in grado di esercitare la funzione di fine corsa in senso longitudinale o trasversale al ponte nel caso in cui il dispositivo si rompa o si deformi più di quanto progettato. Non vanno quindi segnalate velette disposte con funzione estetica o di protezione da agenti atmosferici che non possano assolvere una significativa funzione strutturale. Nella riga E indicare le dimensioni dei giunti in corrispondenza di vincoli mobili.

Esempi Morfologia impalcato:

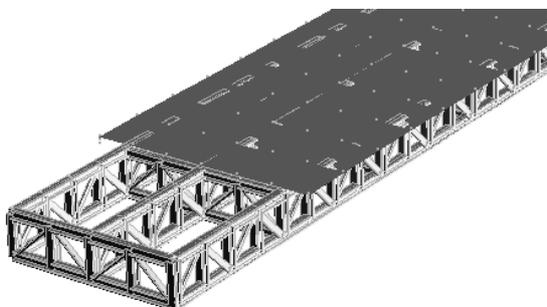
Impalcato a travata



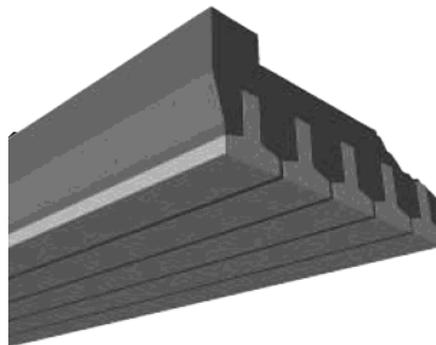
Impalcato a cassone



Impalcato con struttura reticolare



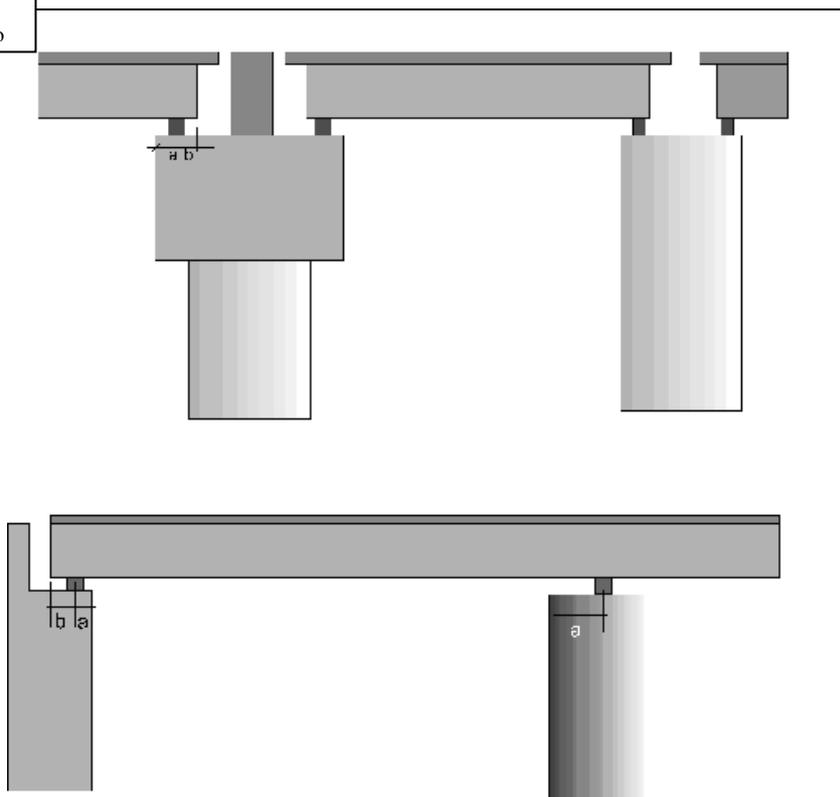
Impalcato a solettone (travi prefabbricate accostate con getto di completamento in opera)



(Adattato da Giannini e Pinto)

Vincoli

a = distanza dal bordo pila
b = distanza dal bordo impalcato



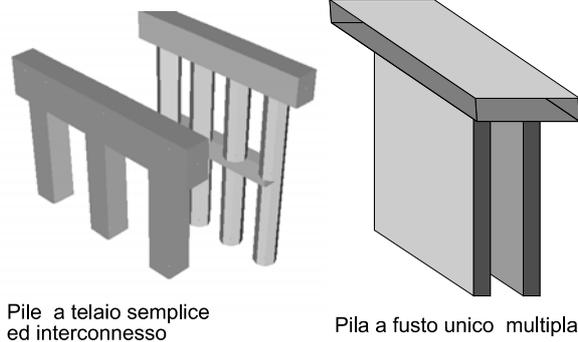
(Adattato da Giannini e Pinto)

Paragrafo 8 - Pile

Indicare il tipo di pila, se a fusto unico o a telaio, e la successiva sottospecifica. Se la tipologia non è classificabile tra le due precedenti indicare *altro* e inserire la relativa descrizione.

Nella categoria *Fusto unico* si intendono comprese anche le pile a setto; la specifica *multiplo* si riferisce ad esempio a pile formate da due setti affiancati e collegati in testa da un unico pulvino.

Per *Telaio* si intende una pila composta da due o più pilastri allineati secondo l'asse maggiore della pila e collegati tra loro in sommità dal pulvino ed eventualmente anche a quote intermedie dai traversi. Per *Telaio spaziale* si intende una pila composta da più telai piani affiancati,.



Pila a telaio semplice ed interconnesso

Pila a fusto unico multiplo

Indicare le dimensioni delle pile: sono disponibili due righe da utilizzare o per identificare le dimensioni delle pile che hanno maggiore rilevanza ai fini delle verifiche (quelle che determinano il valore della capacità). Nel caso di ponti con pile di altezze simili indicare le dimensioni delle tipologie più diffuse, nel caso di altezze molto diverse e di presenza di pile tozze e snelle indicare le dimensioni delle pile alle quali si riferiscono le capacità più basse.

L'elemento orizzontale è il pulvino o il traverso delle pile. Indicare se è presente e, se presente, indicare il materiale costituente e la tipologia della sezione.

L'elemento verticale è il fusto delle pile a *fusto unico* o il pilastro delle pile a telaio.

Paragrafo 9 - Spalle

Indicare se la spalla è realizzata mediante una parete sottile (generalmente in c.a.), un telaio (spalla con terra passante) o un muro a gravità. Se la spalla non è classificabile in uno degli schemi previsti, segnare *altro* e fornire una descrizione.

Paragrafo 10 - Fondazioni

Indicare le caratteristiche delle fondazioni per spalle e pile.

Le informazioni relative alle spalle sono nelle sezioni 1 e 2 del paragrafo. E' possibile fornire dati per le due spalle di inizio e fine se sono diverse fra loro. Per ciascuna indicare se la fondazione è del tipo diretto o profondo. E fornire le dimensioni principali. Nel caso di fondazione su pali indicare numero, diametro e lunghezza media. Nel caso di pozzi indicare dimensioni massima e minima del pozzo e profondità dello stesso dal piano campagna.

Le informazioni relative alle pile sono nelle sezioni 3 e 4 del paragrafo. I campi sono gli stessi già descritti per le spalle. Le pile 1 e 2 sono quelle già selezionate nel paragrafo 8.

Paragrafo 11 – Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti

Indicare la tipologia degli eventuali interventi eseguiti sulla struttura che hanno modificato in maniera significativa il comportamento strutturale. Sostituzione elementi strutturali, Riparazione di elementi strutturali, Ampliamento di carreggiata e delle strutture. Qualora tali interventi abbiano anche comportato il miglioramento o l'adeguamento sismico segnalarlo nella riga "altro" e dettagliare nelle note.

Paragrafo 12 - Eventi significativi subiti dalla struttura

Indicare il tipo di evento che ha danneggiato la struttura in maniera evidente, la data in cui esso è avvenuto, e la tipologia di intervento strutturale eventualmente eseguita a seguito dell'evento. I codici che descrivono la tipologia di evento sono: T =Terremoto; F =Frana; A =Alluvione; I=Incendio o scoppio; C=cedimento fondale o scalzamento delle fondazioni. I codici che descrivono la tipologia di intervento sono quelli riportati nella paragrafo 11.

Paragrafo 13 - Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998

Indicare se la struttura è situata in una area soggetta a rischio idrogeologico perimetrata, ai sensi del D.L. 180 del 11 giugno 1998, come zona R3 o R4.

Paragrafo 14 – Periodo di riferimento

Le strutture sono classificate in base a due grandezze: la vita nominale V_N e la classe d'uso C_U . La vita nominale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata: tale periodo varia in funzione dell'importanza dell'opera in termini generali (dimensione, costo...). La classe d'uso riguarda le azioni sismiche. Per le opere oggetto di verifica sismica ai sensi dell'Ordinanza 3274, ossia quelle di interesse strategico per finalità di protezione civile e quelle suscettibili di conseguenze rilevanti in caso di collasso, le azioni sismiche sono superiori a quelle richieste per le strutture ordinarie. I ponti la cui interruzione provoca situazioni di emergenza rientrano nella Classe d'uso III. I ponti di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico, rientrano nella Classe IV. I rimanenti ponti ricadono nella Classe II. Le NTC codificano quanto esposto attraverso il periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = V_N C_U$. In sostanza, aumentando V_R aumenta l'azione sismica di riferimento per l'opera rispetto a tutti gli stati limite considerati. Nella tabella seguente sono riportati i periodi di riferimento per i ponti e le classi d'uso. Le situazioni in cui è prevista la verifica obbligatoria ai sensi dell'OPCM 3274 non ricadono in

generale nella categoria delle opere provvisorie/provvisionali o in fase costruttiva, né nelle classi d'uso I e II.

Tabella C8.1 Periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = V_N C_U$ (anni)

TIPI DI COSTRUZIONE	Classe d'uso → Coeff. C_U →	I	II	III	IV
		0,70	1,00	1,50	2,00
	V_N	V_R			
Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	10	35	35	35	35
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	50	35	50	75	100
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	100	70	100	150	200

Paragrafo 15 – Pericolosità sismica di base

Le NTC forniscono i dati necessari per definire la pericolosità sismica in condizioni ideali di sito rigido e con superficie topografica orizzontale per tutto il territorio nazionale e per diversi periodi di ritorno. In particolare gli spettri di risposta elastici sono definiti dai parametri a_g , F_0 e T_C per periodi di ritorno T_R compresi fra 35 e 2475 anni. L'Allegato A fornisce le indicazioni per ottenere i valori dei parametri per qualunque periodo di ritorno interpolando fra quelli forniti. In questo paragrafo si richiede di inserire i valori dei summenzionati parametri relativi ai periodi di ritorno di riferimento per gli stati limite considerati nella verifica. Viene richiesta per tutte le opere in classe III e IV la verifica nei confronti di uno stato limite ultimo (SLV o SLC) e dei due stati limite di esercizio (SLO e SLD) (NTC Par. 7.1).

I periodi di ritorno (T_R) associati ai diversi stati limite dipendono dalla probabilità di superamento di ciascuno di essi nel periodo di riferimento V_R dell'opera secondo la legge $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$. Per valori inferiori a 35 anni si assume 35 anni, per valori superiori a 2475 anni si assume 2475 anni. Nelle due tabelle seguenti si riportano per ciascuno stato limite le probabilità (P_{VR}) di superamento in V_R , le espressioni di T_R derivanti dalla legge sopra riportata, l'espressione della funzione $T_R(V_R)$ e i valori di T_R corrispondenti a diversi V_R .

Stati Limite		P_{VR}	T_R
SLE	SLO	81%	$0,6 V_R^{(1)}$
	SLD	63%	T_R
SLU	SLV	10%	$9,50 V_R$
	SLC	5%	$19,50 V_R^{(2)}$

(1) non inferiore a 35 anni; (2) non superiore a 2475 anni

Valori di T_R (anni) per V_R relativi alle V_N 50 e 100 anni e alle classi d'uso III e IV			
$V_R=75$	$V_R=100$	$V_R=150$	$V_R=200$
45	60	90	120
75	100	150	200
712	949	1424	1898
1462	1950	2475	2475

Paragrafo 16 - Categoria di suolo di fondazione

Al punto 1 indicare la metodologia utilizzata per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione necessaria per la definizione della azione sismica di progetto. Al punto 2 indicare il tipo di indagini effettuate o già disponibili. Al punto 3 indicare la presenza di eventuali anomalie nel terreno di fondazione, quali cavità e/o la presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa.

Ai punti 4,5,6,7, indicare i parametri del terreno che consentono di attribuire la categoria: il valore della velocità media onde di taglio V_{s30} nei primi 30 metri misurati dal piano delle fondazioni (in m/s), calcolato secondo la formula 3.2.1 del paragrafo 3.2.2 delle NTC; la resistenza penetrometrica media N_{SPT} (in numero di colpi); la resistenza media alla punta q_C (in kPa); la coesione non drenata media c_u (in kPa). Al punto 8 vengono chieste informazioni circa la suscettibilità alla liquefazione, da compilare solo quando sussistono contemporaneamente le condizioni previste dalle NTC in termini di accelerazione al suolo superiore ad una soglia minima ($S a_g > 0,10$) e assenza di significative frazioni di terreno fine. Devono essere riportate: la profondità (in m) della falda e della fondazione rispetto al piano di campagna (nel caso di fondazioni a quote diverse fornire quella relativa all'estensione massima); l'indicazione della presenza o meno di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità; lo spessore (in m) e la relativa densità dei terreni incoerenti suddivisi in sabbie fini, medie e grosse.

Al punto 9 indicare la categoria di sottosuolo di fondazione così come indicata nelle Tab. 3.2.II e 3.2.III della NTC.

Al punto 10 fornire i valori dei parametri che modificano lo spettro di risposta per tener conto dell'influenza delle condizioni stratigrafiche locali: il fattore di amplificazione S_S ed il periodo T_C di transizione fra il ramo ad accelerazione costante ed il ramo a velocità costante dello spettro di risposta. Si assume che tali parametri siano dedotti dalla Tabella 3.2.V della Norma; nel caso in cui essi derivino da più approfonditi studi di risposta sismica locale (RSL) ciò va segnalato nel campo 12.

Al punto 11 è chiesto il valore del coefficiente di amplificazione topografica: si evidenzia che nel caso di studi specifici di risposta sismica locale effettuati con modelli 2D o 3D (punto 12), gli effetti dei due fenomeni (topografia e stratigrafia) sono tenuti in conto complessivamente; in tal caso, il valore di $S = S_S \cdot S_T$ va indicato al punto 10 nelle caselle relative ad S_S , mentre per S_T si indicherà convenzionalmente il valore 1.

I punti da 4 a 12 devono essere ripetuti, qualora si inseriscano le ulteriori categorie di suolo 2 e 3 (soltanto in presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa lungo l'asse del ponte).

Paragrafo 17 - Regolarità del ponte

Una possibile definizione di geometria regolare è data al par. 5.5 dell'Allegato 3 all'OPCM3274 e riguarda i ponti a travata con pile a fusto unico. Per altre tipologie occorre riferirsi ad indicazioni reperibili in letteratura. Per applicare la definizione riportata nell'Allegato 3 occorre calcolare per tutte le pile il rapporto (r) fra il momento alla base prodotto dalla combinazione sismica di progetto ed il momento resistente. Il ponte si considera regolare se il rapporto fra il massimo ed il minimo valore di r calcolati per le pile facenti parte del sistema resistente della direzione considerata risulta inferiore a 2.

Paragrafo 18 – Livello di conoscenza

Nel paragrafo 18 deve essere indicato il livello di conoscenza della struttura ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di

confidenza da applicare alle proprietà dei materiali. La circolare alle NTC definisce i tre livelli di conoscenza LC1, LC2 ed LC3.

Gli aspetti da considerare per la definizione del livello di conoscenza sono:

- *geometria*, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;
- *dettagli strutturali*, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti;
- *materiali*, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Paragrafo 19 - Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

Nel paragrafo 19 viene chiesto di indicare la resistenza (in N/mm²) dei materiali strutturali utilizzati nelle analisi. Per il calcestruzzo è possibile indicare le caratteristiche di quello usato in fondazione e di quello usato in elevazione. Per l'acciaio in barre per il c.a., l'acciaio in profilati e per i bulloni e chiodi indicare i valori medi del materiale prevalente nella struttura. Nel caso delle murature è possibile indicare due qualità di materiali, se significativamente diversi tra loro. In caso di materiali non ricompresi nei precedenti casi, ma di rilevanza strutturale (es. fibre), utilizzare la voce *Altro*.

Paragrafo 20 - Metodo di analisi

Indicare il metodo di analisi utilizzato (par. 7.3 delle Norme e parr. C8.7.1.4 e C8.7.2.4 della Circolare). Nel caso in cui si esegua l'analisi lineare, statica o dinamica, con il metodo del fattore di struttura q , va indicato il valore assunto per esso.

Paragrafo 21 - Modellazione della struttura

Il modello strutturale deve poter descrivere tutti i gradi di libertà significativi caratterizzanti la risposta dinamica e riprodurre le caratteristiche di inerzia e di rigidità della struttura e di vincolo degli impalcati. Nei modelli a comportamento non lineare, dovranno essere messi in conto anche gli effetti dell'attrito degli apparecchi di appoggio e il comportamento di eventuali dispositivi di fine corsa.

La deformabilità del terreno di fondazione, e più in generale gli effetti di interazione terreno-struttura, devono essere considerati quando il contributo di tale deformabilità allo spostamento massimo eguaglia o supera il 30% del totale. Questa valutazione può essere eseguita in modo speditivo confrontando, ad esempio, lo spostamento prodotto in testa alle pile da moti rigidi delle fondazioni determinati su modelli semplificati soggetti alle sollecitazioni relative allo SL considerato.

Paragrafo 22 - Risultati dell'analisi: Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

La valutazione della sicurezza consiste nel determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali. L'entità dell'azione sismica sostenibile è denominata Capacità, l'entità dell'azione sismica attesa è denominata Domanda. Entrambe vanno determinate per i due stati limite considerati (SLO ed SLV, oppure SLD ed SLV etc..).

Un modo sintetico ed esaustivo di esprimere l'entità dell'azione sismica, e quindi di Capacità e Domanda è il relativo periodo di ritorno T_R , tuttavia è opportuno riportare i risultati della valutazione anche in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo, anche se questa grandezza, da sola, non descrive l'intero spettro ma solo un punto di esso.

Viene quindi richiesto di riportare i valori di accelerazione al suolo (PGA_C) e di periodo di ritorno (T_{RC}) corrispondenti al raggiungimento dei diversi stati limite:

PGA_{CLC} = capacità per lo stato limite di prevenzione del collasso (SLC) – la struttura subisce danni molto gravi dei componenti strutturali; conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

PGA_{CLV} = capacità per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) - la struttura subisce significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

PGA_{CLD} = capacità per lo stato limite di danno (SLD) - la struttura nel suo complesso subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

PGA_{CLO} = capacità per lo stato limite di operatività (SLO) la struttura nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

Analogamente per i periodi di ritorno T_{RC} , i cui indici diventano T_{RCLC} , T_{RCLV} , T_{RCLD} e T_{RCLO} rispettivamente per gli stati limite SLC, SLV, SLD ed SLO. Ovviamente vanno compilati i soli valori relativi agli stati limite considerati nell'analisi. La verifica per lo SLU può essere effettuata nei confronti dello SLV o SLC.

I diversi stati limite possono essere raggiunti per differenti elementi o meccanismi: ad esempio il superamento della resistenza di elementi fragili (taglio o nodi) o il superamento della capacità di deformazione di elementi duttili (rotazione rispetto alla corda), in tabella vanno riportati i valori di PGA_C e T_{RC} corrispondenti all'attivazione dei diversi SL per diversi elementi o meccanismi.

Le PGA_C e i T_{RC} devono essere calcolati ed riportati nella scheda per tutti i tipi di rottura indicati che si applicano al ponte in esame.

La PGA_C che viene riportata comprende gli effetti eventuali di amplificazione locale (S_S , S_T e C_C)

Il professionista è incoraggiato a non fermare l'analisi all'attivazione del primo meccanismo ma a portarla avanti in modo da poter valutare cosa accadrebbe se quel meccanismo venisse disattivato grazie ad un opportuno intervento (ad esempio se il primo meccanismo è un collasso a taglio, spingere comunque oltre l'analisi per vedere se, eliminato quel meccanismo, aumenta in modo significativo la capacità e da quale meccanismo è determinata. In questo modo il professionista potrà anche fornire una proiezione di estensione di possibili interventi e degli aumenti di capacità che ne conseguirebbero.

Le analisi lineari e quelle statiche non lineari consentono di eseguire in modo più agevole questo tipo di valutazioni.

Paragrafo 23 - Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Nel paragrafo 23 devono essere indicati i valori che caratterizzano la domanda per i diversi stati limite, in termini sia di accelerazioni al suolo sia di periodi di ritorno dell'azione sismica di riferimento.

Le grandezze di interesse si determinano dall'Allegato A alle NTC (vedi par. 18) tenendo conto dei periodi di riferimento (vedi par. 17), degli effetti di modifica locale dell'azione sismica (vedi par. 19), e dello stato limite considerato.

Si determina la Domanda in termini di PGA definendo, per gli stati limite considerati nella verifica, i valori delle accelerazioni di picco al suolo: PGA_{DLC} , PGA_{DLV} , PGA_{DLD} , PGA_{DLO} e i valori dei periodi di ritorno associati all'azione sismica: T_{RDLC} , T_{RDLV} , T_{RDLD} e T_{RDLO} rispettivamente per gli stati limite SLC, SLV, SLD ed SLO.

Paragrafo 24 - Indicatori di rischio

Si definiscono due tipi di indicatori di rischio: il primo dato dal rapporto fra capacità e domanda in termini di PGA ed il secondo espresso dall'analogo rapporto fra i periodi di ritorno dell'azione sismica.

Il primo rapporto è, concettualmente, lo stesso utilizzato come indicatore di rischio per le verifiche sismiche effettuate fino a tutto il 2007,

quindi in coerenza con gli Allegati all'Ordinanza 3274 e s.m.i. e con il Decreto del Capo Dipartimento n. 3685 del 2003. Tale indicatore, nel nuovo quadro normativo di riferimento determinatosi con le NTC (D.M. 14.1.08), non è sufficiente a descrivere compiutamente il rapporto fra le azioni sismiche, vista la maggiore articolazione della definizione di queste ultime. Esso, tuttavia, continua a rappresentare una "scala di percezione" del rischio, ormai largamente utilizzata e con la quale è bene mantenere una affinità.

Viene quindi introdotto il secondo rapporto, fra i periodi di ritorno di Capacità e Domanda. Quest'ultimo, però, darebbe luogo ad una scala di rischio molto diversa a causa della conformazione delle curve di pericolosità (accelerazione o ordinata spettrale in funzione del periodo di ritorno), che sono tipicamente concave. Al fine di ottenere una scala di rischio simile alla precedente, quindi, il rapporto fra i periodi propri viene elevato ad un coefficiente "a" = 2,43 ottenuto dall'analisi statistica delle curve di pericolosità a livello nazionale.

α_{uc} è un indicatore del rischio di collasso, α_{uv} del rischio per la vita, mentre α_{ed} è un indicatore del rischio di inagibilità dell'opera ed α_{eo} del rischio di non operatività. Valori prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

Nelle righe da 1 a 4 devono essere indicati i valori minimi degli indicatori di rischio calcolati in base ai valori di capacità per i diversi tipi di rottura.

Gli indicatori di rischio, nel caso di finanziamento delle verifiche o degli interventi ex OPCM 3362 e 3376, sono utilizzati per determinare l'importo del contributo attribuibile all'edificio per il quale è stata condotta l'analisi. Per quanto riguarda lo SLO un'analisi accurata richiede la verifica di elementi non strutturali ed impianti che condizionano la funzione. Questo tipo di verifica non era prevista nelle Norme precedenti l'OPCM 3274/03 e quindi presumibilmente in molti casi fornirà risultati molto bassi. D'altro canto la risorsa economica necessaria a risolvere questo tipo di criticità potrebbe essere anche limitata e trovare capienza nell'ambito di normali interventi di adeguamento tecnologico.

Paragrafo 25 - Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

In questo paragrafo è richiesta una stima di massima di quali interventi occorrerebbe fare per migliorare la capacità del ponte. Il giudizio si articola in tre passi e parte dai risultati dell'analisi effettuata, che consentono di individuare gli elementi critici per la struttura.

A) Indicare quali elementi o sistemi condizionano maggiormente il valore della capacità. Segnarne, orientativamente, non più di 3.

B) Indicare qualitativamente quali tipi di intervento potrebbero porre rimedio alle carenze più gravi evidenziate in A): segnalare i 3 più importanti.

C) Stimare orientativamente la percentuale del volume totale dell'opera in elevazione o delle fondazioni che potrebbero essere interessate da ciascuna delle tipologie di intervento segnalate in B).

D) Stimare orientativamente quale valore finale di capacità potrebbe essere ottenuto avendo eseguito gli interventi indicati in B) e C): nelle caselle da 1 a 4 va indicato a quale S.L. si riferisce la stima (in genere SLV), nei campi successivi va riportata la stima del valore finale di capacità in termini di PGA ottenibile dopo l'esecuzione degli interventi ed una stima dell'approssimazione (p.es ± 0.05 g).

Qualora non si sia in grado di stabilire l'incidenza di ciascun intervento, non barrare il codice di intervento e fornire solo i valori di PGA1 e della relativa approssimazione.

Paragrafo 26 - Note

In questo paragrafo è possibile riportare qualsiasi informazione ritenuta utile e non codificata nei paragrafi precedenti.