



Provincia di Cremona

Corso Vittorio Emanuele II, 17 - 26100 CREMONA – C.F.80002130195

Settore Manutenzione e Sviluppo Rete Stradale

Dirigente: Ing. Patrizia Malabarba

e-mail: strade@provincia.cremona.it - PEC: protocollo@provincia.cr.it

**S.P. N.33 "SENIGA-ISOLA PESCAROLI" (CR) - S.P. N.10 "DI CREMONA I°, DI
CREMONA II° E DEL PONTE SUL PO" (PR).
INTERVENTO DI RISANAMENTO CONSERVATIVO DEL PONTE SUL FIUME PO IN
LOCALITA' SAN DANIELE PO (CR) - ROCCABIANCA (PR) - LOTTO 1.
CUP G37H15000460002**

emissione	descrizione	redatto	data emissione
1	Revisione 01 a seguito del rapporto tecnico n°1 del 18/12/2015	LB	12/2015
0	prima emissione	RDM	11/2015
livello:		codice CUP:	
PROGETTO ESECUTIVO			
elaborato:		allegato n.:	scala:
RELAZIONE GIUNTI DI DILATAZIONE		4	
L'ESPERTO TECNICO	IL PROGETTISTA	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data Validazione
(Geom. Antonio Mariani)	IL FUNZIONARIO TECNICO (Ing. Paolo Orlandi)	V° IL RUP (Ing. Patrizia Malabarba)	
L'ISTRUTTORE TECNICO			
(Ing. Raffaele Di Meo)			

Indice generale

1. PREMESSA.....	2
2. SITUAZIONE ATTUALE.....	3
3. DIMENSIONAMENTO NUOVI GIUNTI DI DILATAZIONE.....	5
3.1 CAMPATE A SEMPLICE APPOGGIO: REQUISITI APPOGGI IN TERMINI DI DEFORMAZIONE.....	6
3.1.1 Spostamenti per variazione termica.....	6
3.1.2 Componenti di spostamento dovute all'azione di frenamento.....	7
3.1.3 Spostamenti totali.....	9
3.2 CAMPATE GERBER: REQUISITI APPOGGI IN TERMINI DI DEFORMAZIONE.....	10
3.2.1 Spostamenti per variazione termica.....	10
3.2.2 Componenti di spostamento dovute all'azione di frenamento.....	11
3.2.3 Spostamenti totali.....	13
4. INTERVENTO PREVISTO.....	14

1. PREMESSA

I giunti di dilatazione assolvono alle seguenti funzioni principali:

- permettere al traffico di superare con il minimo fastidio la zona di discontinuità dell'opera;
- proteggere le parti sottostanti dai materiali liquidi aggressivi e dalla sporcizia che in queste discontinuità si insinuano.
- consentire il regolare movimento della struttura previsto nei punti dove sono posizionati;
- essere in grado di sopportare i carichi dinamici normalmente presenti sulla sede stradale.

2. SITUAZIONE ATTUALE

Nell'ambito della progettazione dell'intervento di risanamento del Ponte sul fiume Po "Giuseppe Verdi", si è proceduto ad una campagna di indagini visive sullo stato dei giunti esistenti finalizzata alla valutazione dello stato attuale delle opere e del possibile intervento manutentivo da attuare.

La campagna di indagini ha avuto luogo nei mesi di agosto e settembre 2015.

Si è proceduto inoltre alla disamina delle progettazioni e delle campagne di indagini già attuate sul manufatto.

Il progetto in questione si ricollega infatti ad un precedente progetto definitivo di manutenzione straordinaria del 2002 ed ad uno esecutivo del 2005, redatti dalla ENSER SRL ed al relativo intervento di manutenzione straordinaria del 2006-2007, nonché alle risultanze di una campagna di indagini svolta nel 2010, volta prevalentemente a caratterizzare i materiali (cls e acciaio) delle strutture del ponte nonché i terreni di fondazione.

- **Stato di fatto**

Il ponte in questione è aperto al traffico dal 1980 e presenta una lunghezza di 2500 m circa suddivisi in 65 campate.

I 130 giunti di dilatazione sono del tipo di sotto-pavimentazione e risultano così suddivisi:

- n°2 tra le spalle e le campate di estremità;
- n°4 tra le selle dei cantilever e le campate di transizione;
- n°10 tra le selle dei cantilever e le campate tampone;
- n°114 in golena tra campate a semplice appoggio su pulvini a "T rovescia"

Ogni giunto di dilatazione ha una lunghezza di 8,5 m pari alla larghezza del piano viabile, l'impalcato presenta una larghezza totale di 11,00 m, compresi due marciapiedi della larghezza di 1,25 m ciascuno.

I giunti attualmente presenti sul ponte risultano ammalorati, come è mostrato dalle foto seguenti, e necessitano perciò di essere sostituiti in modo da ottenere un adeguamento sia in termini funzionali che di sicurezza della viabilità pubblica. Infatti, sull'attuale pavimentazione in corrispondenza dei giunti, sono visibili fessurazioni e sfondamenti diffusi. Tale situazione è originata anche dalla mancanza di un opportuno taglio del tappeto d'usura, in corrispondenza del giunto stesso, che avrebbe limitato la fessurazione diffusa della pavimentazione e la conseguente infiltrazione di acque di pavimentazione che ha causa della disgregazione del pacchetto bituminoso.



Fessurazione e sfondamento della pavimentazione in corrispondenza del giunto di dilatazione

3. DIMENSIONAMENTO NUOVI GIUNTI DI DILATAZIONE

Gli appoggi elastomerici armati previsti nel progetto originario possiedono le seguenti caratteristiche:

Appoggi sulle pile semplici:

$$h_g = 3 \cdot 12.0 = 36.0 \text{ mm.}$$

$$a = 400 \text{ mm;}$$

$$b = 450 \text{ mm;}$$

$$G = 0.8 \text{ MPa.}$$

Appoggi sugli sbalzi:

$$h_g = 5 \cdot 12.0 = 60.0 \text{ mm.}$$

$$a = 400 \text{ mm;}$$

$$b = 450 \text{ mm;}$$

$$G = 0.8 \text{ Mpa.}$$

Si assumono positivi gli spostamenti congruenti con un allungamento della trave.

3.1 CAMPATE A SEMPLICE APPOGGIO: REQUISITI APPOGGI IN TERMINI DI DEFORMAZIONE

Il ponte ha già scontato gli allungamenti/ritiri dovuti a creep e stabilizzazione sotto carico e si trascurano i contributi forniti da spostamento lineare per ritiro, spostamento lineare per viscosità, spostamenti per rotazione della testata dopo la posa delle travi.

3.1.1 Spostamenti per variazione termica

$\Delta t = \pm 50 \text{ }^\circ\text{C}$ (variazione termica)

$K_t = 1,0 * 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (coefficiente di dilatazione termica)

$L_c = 35400 \text{ mm}$ (lunghezza campata)

In direzione longitudinale:

$$\Delta t_{\text{Longitudinale}} = \pm \Delta t * K_t * L_c / 2 = \pm 50 * 1,0 * 10^{-5} * 35400 / 2 = \pm 8,85 \text{ mm}$$

3.1.2 Componenti di spostamento dovute all'azione di frenamento

Come previsto nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" sulla carreggiata di larghezza 8,50 m possono risultare agenti contemporaneamente, al massimo, n°2 corsie occupate rispettivamente dalla Corsia convenzionale di Carico 1 e 2, nonché sulla rimanente parte di carreggiata non occupata da colonne mobili (2,50 m), un carico distribuito pari a 2,50 Kpa. Su entrambi i marciapiedi si considera agente lo Schema di Carico 5 (Folla compatta).

D.M. 14/01/08 - 5.1.3.3.5 - Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose

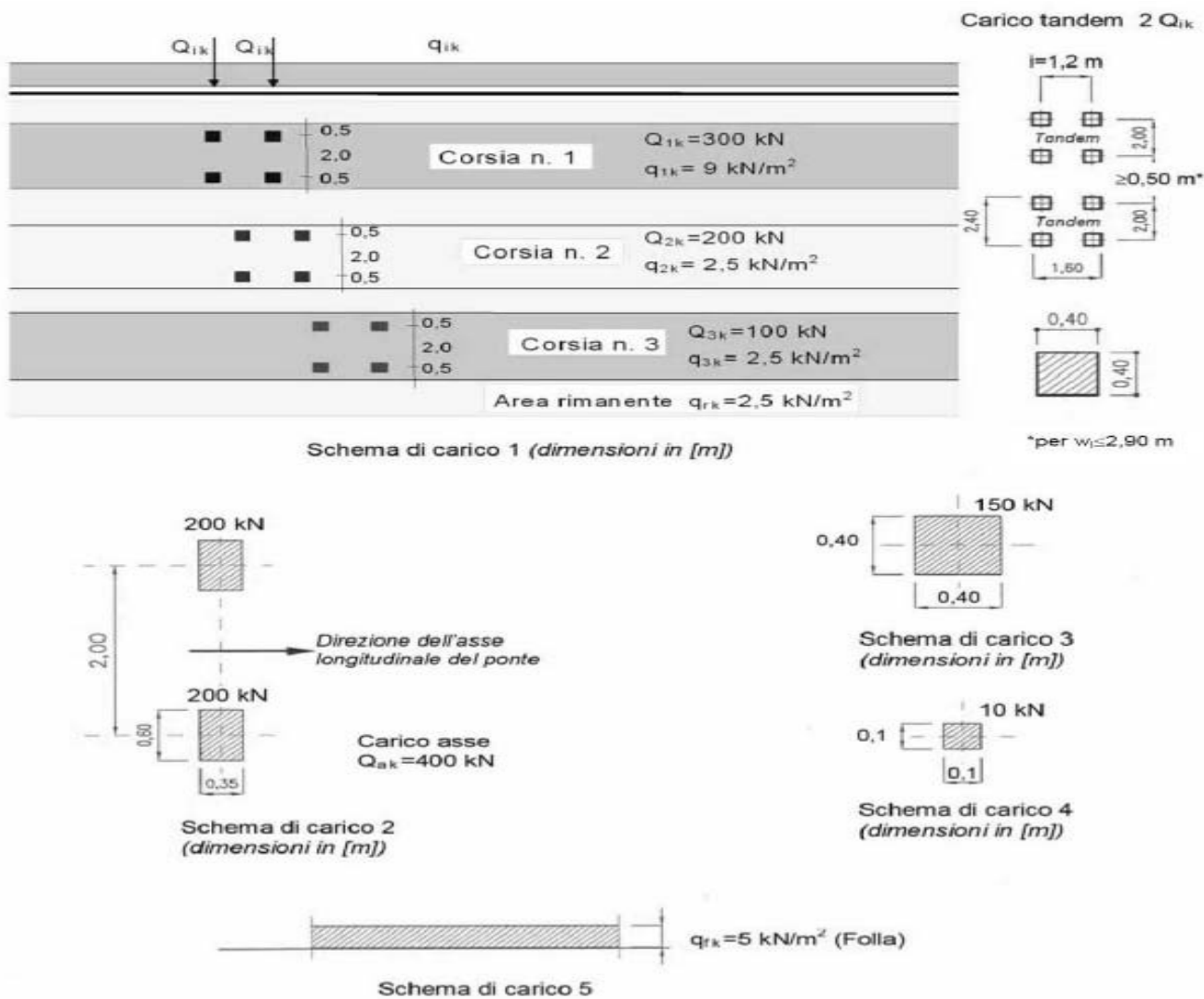


Figura 5.1.2 - Schemi di Carico 1-5 Dimensioni in [m]

La forza longitudinale di frenamento o accelerazione, agente nella direzione dell'asse della strada ed a livello della pavimentazione, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione. Il calcolo è condotto con riferimento al par. 5.1.3.5 delle NTC con riferimento a ponti di 1° categoria.

L'azione longitudinale di frenamento è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n°1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ (carico concentrato corsia convenzionale n°1)

$q_{1k} = 9 \text{ kN/mq}$ (carico distribuito corsia convenzionale n°1)

$w_1 = 3 \text{ m}$ (larghezza corsia convenzionale)

$L = 35,4 \text{ m}$ (lunghezza campata)

$$q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 35,4 = 455,6 \text{ kN (azione longitudinale di frenamento)}$$

L'azione longitudinale di frenamento afferente a ciascun appoggio risulta pari a:

$$(V_{L_{\text{Frenamento}}}) = q_3 / n$$

$n = 8$ (numero appoggi)

$$(V_{L_{\text{Frenamento}}}) = 455,6 / 8 = 56,95 \text{ kN}$$

$V_{L_{\text{Frenamento}}}$ provoca uno spostamento Δl_g pari a:

$$\Delta l_g = V_{L_{\text{Frenamento}}} / K_0 = 56,95 / 4,0 = \pm 14,24 \text{ mm}$$

dove K_0 = rigidezza orizzontale dell'appoggio (a taglio) valore funzione degli strati di neoprene armato che compongono l'appoggio e della sua dimensione.

3.1.3 Spostamenti totali

A partire dai valori di spostamento agli appoggi appena definiti, si determinano a seguire i valori di spostamento globale in condizioni statiche e sismiche.

In direzione longitudinale:

Condizione 1)

$\Delta l_{\text{Longitudinale}_+} = \pm 8,85 \text{ mm}$ (spostamenti per variazione termica)

$\Delta l_{\text{Frenamento}} = \pm 14,24 \text{ mm}$ (spostamenti per azione frenante)

$\gamma_{\varepsilon 2} = 1,2$ coefficiente di sicurezza per variazioni termiche (Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008)

$\psi_0 = 0,6$ coefficiente di combinazione per azioni termiche (Coefficienti ψ_i per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali Tab. 5.1.VI del DM 14/01/2008)

γ_{Q1} in condizione favorevole = 0 coefficiente di sicurezza per carichi variabili da traffico
Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008)

γ_{Q2} in condizione sfavorevole = 1,35 coefficiente di sicurezza per carichi variabili da traffico
Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008)

$\Delta l_{1\text{statica_Max}} = \Delta l_{\text{Longitudinale}_+} + \Delta l_g = (1,2 \cdot 8,85 + 0 \cdot 14,24) = \pm 10,62 \text{ mm}$

Condizione 2)

$\Delta l_{2\text{statica_Max}} = \Delta l_g + \Delta l_{\text{Longitudinale}_+} = (1,35 \cdot 14,24 + 0,6 \cdot 1,2 \cdot 8,85) = \pm 25,59 \text{ mm}$

In corrispondenza delle pile semplici si adotta un giunto che consenta i seguenti spostamenti:

$\Delta L_{\text{Long.}} = \pm 25 \text{ mm.}$

3.2 CAMPATE GERBER: REQUISITI APPOGGI IN TERMINI DI DEFORMAZIONE

Il ponte ha già scontato gli allungamenti/ritiri dovuti a creep e stabilizzazione sotto carico e si trascurano i contributi forniti da spostamento lineare per ritiro, spostamento lineare per viscosità, spostamenti per rotazione della testata dopo la posa delle travi.

3.2.1 Spostamenti per variazione termica

$\Delta t = \pm 50 \text{ }^\circ\text{C}$ (variazione termica)

$K_t = 1,0 * 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (coefficiente di dilatazione termica)

$L_c = 70600 \text{ mm}$ (lunghezza campata)

In direzione longitudinale:

$$\Delta t_{\text{Longitudinale}} = \pm \Delta t * K_t * L_c / 2 = \pm 50 * 1,0 * 10^{-5} * 70600 / 2 = \pm 17,65 \text{ mm.}$$

3.2.2 Componenti di spostamento dovute all'azione di frenamento

Come previsto nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", sulla carreggiata di larghezza 8,50 m possono risultare agenti contemporaneamente, al massimo, n°2 corsie occupate rispettivamente dalla Corsia convenzionale di Carico 1 e 2, nonché sulla rimanente parte di carreggiata non occupata da colonne mobili (2,50 m), un carico distribuito pari a 2,50 Kpa. Su entrambi i marciapiedi si considera agente lo Schema di Carico 5 (Folla compatta).

D.M. 14/01/08 - 5.1.3.3.5 – Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose

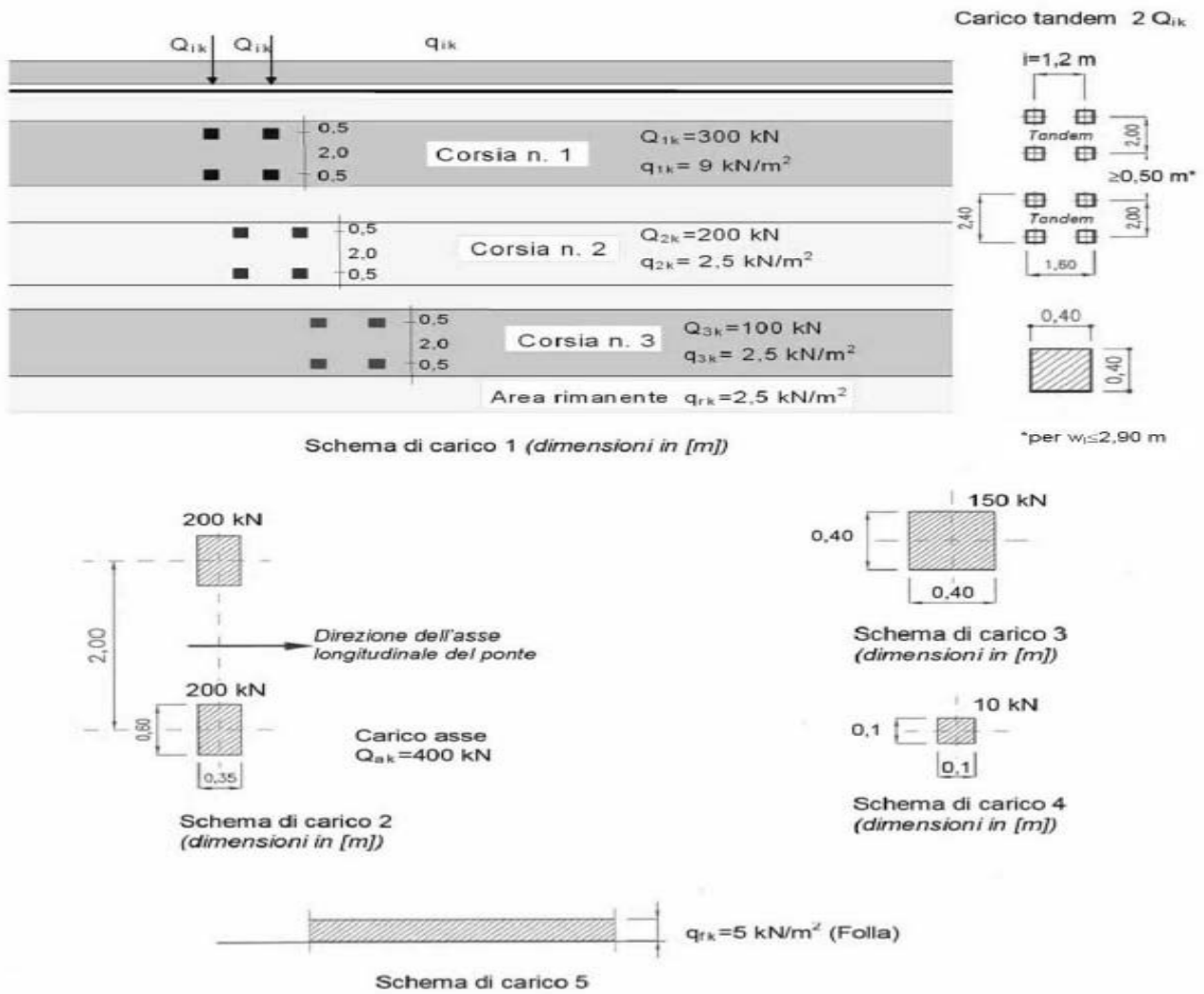


Figura 5.1.2 - Schemi di Carico 1-5 Dimensioni in [m]

La forza longitudinale di frenamento o accelerazione, agente nella direzione dell'asse della strada ed a livello della pavimentazione, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione. Il calcolo è condotto con riferimento al par. 5.1.3.5 delle NTC con riferimento a ponti di 1° categoria.

L'azione longitudinale di frenamento è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n°1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN} \text{ (carico concentrato corsia convenzionale n°1)}$$

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/mq} \text{ (carico distribuito corsia convenzionale n°1)}$$

$$w_1 = 3 \text{ m} \text{ (larghezza corsia convenzionale)}$$

$$L = 70,6 \text{ m} \text{ (lunghezza campata)}$$

$$q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 70,6 = 550,6 \text{ kN} \text{ azione longitudinale di frenamento}$$

L'azione longitudinale di frenamento afferente a ciascun appoggio risulta pari a:

$$(V_{L_{\text{Frenamento}}}) = q_3 / n$$

$$n = 8 \text{ (numero appoggi)}$$

$$(V_{L_{\text{Frenamento}}}) = 550,6 / 8 = 68,82 \text{ kN}$$

$V_{L_{\text{Frenamento}}}$ provoca uno spostamento Δl_g pari a:

$$\Delta l_g = V_{L_{\text{Frenamento}}} / K_0 = 68,82 / 2,41 = \pm 28,56 \text{ mm}$$

dove K_0 = rigidezza orizzontale dell'appoggio (a taglio) valore funzione degli strati di neoprene armato che compongono l'appoggio e della sua dimensione.

3.2.3 Spostamenti totali

A partire dai valori di spostamento agli appoggi appena definiti, si determinano a seguire i valori di spostamento globale in condizioni statiche e sismiche.

In direzione longitudinale:

$$\Delta t_{\text{Longitudinale}_{+}} = \pm 17,65 \text{ mm (spostamenti per variazione termica)}$$

$$\Delta g_{\text{Frenamento}} = \pm 28,56 \text{ mm (spostamenti per azione frenante)}$$

$\gamma_{\varepsilon 2} = 1,2$ coefficiente di sicurezza per variazioni termiche (Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008))

$\psi_0 = 0,6$ coefficiente di combinazione per azioni termiche (Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali Tab. 5.1.VI del DM 14/01/2008)

γ_{Q1} in condizione favorevole = 0 coefficiente di sicurezza per carichi variabili da traffico
Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008)

γ_{Q2} in condizione sfavorevole = 1,35 coefficiente di sicurezza per carichi variabili da traffico
Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.1.V DM 14/01/2008)

Condizione 1)

$$\Delta l_{1\text{statica_Max}} = \Delta t_{\text{Longitudinale}_{+}} + \Delta g = (1,2 \cdot 17,65 + 0 \cdot 28,56) = \pm 21,18 \text{ mm}$$

Condizione 2)

$$\Delta l_{2\text{statica_Max}} = \Delta g + \Delta t_{\text{Longitudinale}_{+}} = (1,35 \cdot 28,56 + 0,6 \cdot 1,2 \cdot 17,65) = \pm 51,26 \text{ mm}$$

In corrispondenza delle pile doppie si adotta un giunto che consenta i seguenti spostamenti:

$$\Delta L_{\text{Long.}} = \pm 50 \text{ mm}$$

4. INTERVENTO PREVISTO

L'intervento consisterà nella sostituzione degli attuali giunti di sotto-pavimentazione con giunti di pavimentazione del tipo "neoprene armato". Dall'analisi dimensionale si evince che, per quanto riguarda le campate a semplice appoggio è necessario installare dispositivi con escursione sino a 50 mm, mentre per le campate gerber è necessario installare dispositivi con escursione sino a 100 mm.

Il ripristino funzionale dei giunti di dilatazione, mediante sostituzione, ha lo scopo principale di garantirne la tenuta idraulica. La percolazione delle acque meteoriche attraverso i giunti, infatti, è la causa principale della comparsa dei fenomeni di degrado dei calcestruzzi del manufatto. Contestualmente l'intervento permetterà di assecondare i movimenti degli impalcati contigui e di assicurare un'ottima transitabilità all'utenza dovuta ad una totale assenza di disomogeneità superficiale tra pavimentazione e giunto.

L'intervento si articola nelle seguenti fasi:

- taglio della pavimentazione in corrispondenza degli attuali giunti di dilatazione e rimozione del pacchetto in conglomerato bituminoso;
- rimozione dell'attuale giunto di sotto-pavimentazione e pulizia del varco;
- rimozione del calcestruzzo ammalorato della testata delle solette;
- ravvivatura delle superfici ed esecuzione di fori per l'inserimento delle armature di continuità ad ancoraggio chimico;
- cassetatura dei nuovi massetti fino alla quota di posa del nuovo giunto e inserimento dei ferri di armatura previsti;
- getto dei nuovi massetti con apposita malta avente le caratteristiche prestabilite nel capitolato speciale d'appalto;
- posa della scossalina nel varco del giunto, in un unico pezzo, avendo cura di prolungare la stessa sotto i marciapiedi oltre la testa dei pulvini al fine di evitarne lo stillicidio;
- posa del giunto di dilatazione in acciaio-gomma tramite tassellatura delle mattonelle ai nuovi massetti ;
- getto di raccordo tra le mattonelle in acciaio-gomma e la pavimentazione in conglomerato bituminoso con apposita malta fibrorinforzata;

In corrispondenza dei marciapiedi invece si provvederà alla sigillatura del varco con apposito estruso in gomma o con sigillante colato in loco protetto da una lamiera coprigiunto bugnata in acciaio, opportunamente sagomata, e collegata al marciapiede mediante tasselli ad ancoraggio chimico.

Contestualmente alle operazioni di sostituzione dei giunti, in corrispondenza delle selle d'appoggio delle travi d'impalcato, si dovrà provvedere all'eliminazione di tutti i corpi estranei presenti nonché, per quanto possibile, alla verifica dello stato di conservazione delle parti strutturali nascoste. ("mensole/nasi" dei cantilever e del piano degli appoggi).