





PROVINCIA DI BOLOGNA

Settore Lavori Pubblici

STRADA	<i>S.P. 569 " DI VIGNOLA "</i>		<div>Servizio Progettazione e Costruzioni Stradali</div>	
LAVORO	COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P. 78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO			
ELABORATO	RELAZIONE COMPORTAMENTO SISMICO DELLA STRUTTURA E CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO		DATA	LUGLIO 2013
			N.	SCALA
		B.1.1.1	--	
		RIFERIMENTO : PROGETTO ESECUTIVO		
PROGETTAZIONE GENERALE	PROGETTISTA	PROGETTAZIONE STRUTTURALE		
Geom. Emanuele Tracchi	Dott. Ing. Marco Ferrarini	<div>PIACENTINI INGEGNERI <small>via Belvedere 6 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)</small></div> <div> (Ing. Luca Piacentini)</div>		
IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO <i>Dott. Ing. Pietro Luminasi</i>				
	REVISIONE	DATA	MODIFICA	
QUESTO DISEGNO E LA RELATIVA INVENZIONE SONO DI PROPRIETA' DELL'AMMINISTRAZIONE NON NE E' CONSENTITO L'UTILIZZO SE NON SU ESPLICITA AUTORIZZAZIONE OGNI DIRITTO A TALE RIGUARDO E' ESPRESSAMENTE RISERVATO ED ESCLUSIVO				

S.P. n° 569 “DI VIGNOLA”

COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P.67 E ALLA S.P. 78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO

PROGETTO ESECUTIVO

PONTE TORRENTE SAMOGGIA

RELAZIONE COMPORTAMENTO SISMICO DELLA STRUTTURA E CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO

INDICE

1.PREMESSA.....	2
1.NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.SOFTWARE DI CALCOLO.....	3
2.1SAP 2000.....	3
3.CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	4
3.1CALCESTRUZZO.....	4
3.2ACCIAIO PER C.C.A.....	4
3.3CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO.....	5
4.CRITERI DI CALCOLO.....	5

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4.1DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	5
Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).....	5
Stato Limite di Collasso (SLC).....	6
4.2COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	7
4.3COMBINAZIONI DI CARICO.....	7
4.4SISTEMA DI VINCOLAMENTO.....	9
4.5VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	9
5.MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI.....	9
5.1GEOMETRIA.....	9
5.2SPETTRI DI PROGETTO.....	9
Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).....	9
Stato Limite di Collasso (SLC).....	10
Stato Limite di Danno (SLD).....	11
6.RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE.....	12
6.1ANALISI MODALE.....	12
6.2SPOSTAMENTI SUGLI APPOGGI.....	13
6.3AZIONI SUGLI APPOGGI.....	43
6.4GIUNTI.....	54
7.ANALISI STATICA APPOGGI SPALLA B.....	55
7.1DATI RELATIVI ALL'IMPALCATO.....	55
Dati generali dell'impalcato.....	55
Azioni trasmesse dall'impalcato.....	55
7.2AZIONI SUI DISPOSITIVI DI APPOGGIO.....	58
Caratteristiche geometrico-inerziali degli apparecchi di appoggio.....	58
Azioni elementari sugli appoggi.....	58

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Combinazioni di carico.....	58
Sollecitazioni sugli appoggi.....	66
8.ANALISI STATICA APPOGGI PILA 2.....	68
8.1DATI RELATIVI ALL'IMPALCATO.....	68
Dati generali dell'impalcato.....	68
Azioni trasmesse dall'impalcato.....	68
8.2AZIONI SUI DISPOSITIVI DI APPOGGIO.....	70
Caratteristiche geometrico-inerziali degli apparecchi di appoggio.....	70
Azioni elementari sugli appoggi.....	70
Combinazioni di carico.....	71
Sollecitazioni sugli appoggi.....	71

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1. PREMESSA

Nell'ambito della realizzazione del completamento della variante generale della S.P. 569 nei comuni di Bazzano e Crespellano (c.d. "nuova Bazzanese"), si prevede lo scavalco del torrente Samoggia mediante la realizzazione di un viadotto a tre campate in acciaio.

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo comprensiva di tutte le verifiche di sicurezza inerenti al sistema di isolamento sismico.

L'opera prevista per scavalcare il torrente Samoggia è un ponte di lunghezza complessiva di 152.28m, suddivisa in 3 campate da 44 + 64.28 + 44 m, misurati in asse appoggi SpA - SpB. Il viadotto è una strada tipo C1, l'asse di tracciamento è interamente curvilineo e la larghezza della carreggiata è costantemente variabile a causa dell'allargamento associato alla visibilità in curva.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche delle lunghezze delle campate afferenti agli elementi di sostegno.

	L campata [m]	L afferenza [m]	Pila (setto)	
			Sezione Rettangolare B [m] x H [m]	Altezza [m]
SpA	44	15.03		
P1	64.28	61.11	8.5 x 1.5	3.5
P2	44	61.11	8.5 x 1.5	2.5
SpB		15.03		

Le larghezze della carreggiata significative sono riportate nella seguente tabella:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

	larghezza dir MO	larghezza dir BO	larghezza carreggiata
SpA	5.25	5.250	10.50
P1	5.25	6.025	11.28
P2	5.25	7.018	12.27
SpB	5.25	7.993	13.24

Il cordoli hanno larghezza costante pari ad un metro.

Il manufatto è realizzato a travata metallica continua, in modo tale da ridurre il più possibile il numero di giunti di dilatazione sull'opera.

L'impalcato metallico previsto sarà del tipo "a cassone", con sezione trasversale trapezia formata da tre travi a parete piena, controvento di torsione reticolare inferiore, soletta in C.A. collaborante con le travi metalliche costituente la parte superiore del cassone. La pendenza trasversale dell'impalcato è ottenuta mediante l'altezza variabile delle tre travi. La realizzazione della soletta d'impalcato è prevista con il sistema costruttivo "a prédalles", armate con tralicci tipo Bausta (o simili), autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta. Per una descrizione più dettagliata dell'impalcato si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

Il sistema di vincolamento previsto per il ponte è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla miscela elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata. I dispositivi previsti in corrispondenza delle pile sono inoltre dotati di una slitta che permette gli spostamenti in direzione longitudinale: di conseguenza le azioni longitudinali in condizioni di esercizio o in condizione sismica si ripartiscono sulle sole spalle e non vengono trasmesse alle pile. L'unica azione longitudinale agente sulle pile è dovuta all'attrito. Le azioni trasversali invece sono trasmesse a pile e spalle: in questo modo viene ripartita su un maggior numero di punti l'azione del vento e quindi vengono minimizzati gli spostamenti orizzontali trasversali dovuti a tale azione che altrimenti rappresenterebbero un malfunzionamento dell'opera in condizioni di esercizio.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

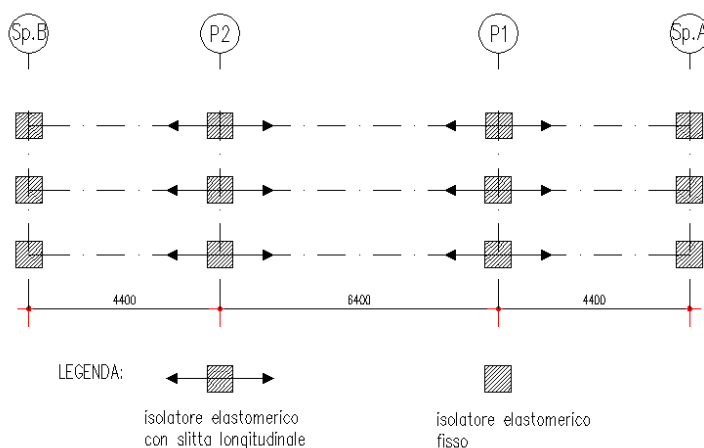
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Di seguito si anticipano i valori delle rigidezze traslazionali dei dispositivi previsti in corrispondenza delle spalle e delle pile in condizioni di esercizio e sismiche: tali valori verranno infatti utilizzate in condizioni sismiche in un'analisi dinamica lineare al fine della valutazione delle azioni sismiche e nella ripartizione delle azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato ai diversi elementi di sostegno.

	Spalle	Pile
Numero dispositivi di appoggio	3	3

	Kh dispositivi spalle	Kh dispositivi pila
Condizioni di esercizio	13420 kN/m	17520 kN/m
Condizioni sismiche	6710 kN/m	8760 kN/m

L'immagine seguente riporta uno schema planimetrico della disposizione degli isolatori lungo lo sviluppo del ponte.



Le pile presentano sezione rettangolare 1,5m x 8,5m. La Pila 2 risulta alta 2,5m., Pila 1 3,5 m dal p.c. Entrambe le pile sono fondate su diaframmi aventi la stessa sezione del fusto in elevazione e approfonditi fino a 40 metri rispetto al piano campagna.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
- UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi
- UNI EN 1993-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-5:2007 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica
- UNI EN 1994-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1994-2:2006 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- UNI EN 1337-2 marzo 2004 – “Appoggi strutturali Parte 2: Elementi di scorrimento”
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

2. SOFTWARE DI CALCOLO

2.1 SAP 2000

Il calcolo agli elementi finiti del modello è stato effettuato utilizzando il noto codice “SAP 2000” prodotto dalla “CSI Computer and Structures Inc.”, Berkeley, CA, USA. Il software contempla la presenza di elementi tipo: “plate and shell”, elementi bidimensionali (piani) in grado di rappresentare sia il comportamento di lastra (effetti flessionali) quanto quello di membrana (sforzi di compressione e trazione), ed elementi tipo “frame”, o elementi trave (beam).

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera si prevede l'impiego dei materiali indicati nei paragrafi che seguono. Si indicheranno le caratteristiche prestazionali di resistenza minime e, con particolare riferimento ai calcestruzzi, anche le prescrizioni o caratteristiche da assicurare per garantire i requisiti di durabilità.

3.1 CALCESTRUZZO

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

CALCESTRUZZI:

PALI

- classe di resistenza minima	C28/35
- rapporto acqua/cemento	< 0.6
- dosaggio minimo di cemento	300 kg/mc
- diametro massimo aggregato	32 mm
- copriferro	75 mm
- classe di esposizione	XC2
- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A
- classe di consistenza	S4-S5

BAGGIOLI

- classe di resistenza minima	C32/40
- rapporto acqua/cemento	< 0.5
- dosaggio minimo di cemento	340 kg/mc
- diametro massimo aggregato	32 mm
- copriferro	35 mm
- classe di esposizione	XC4, XD1, XF2, XA1
- tipo di cemento	CEM II/B-S,III/A, IV/A
- classe di consistenza	S4

DIAFRAMMI

- classe di resistenza minima	C28/35
- rapporto acqua/cemento	< 0.6
- dosaggio minimo di cemento	300 kg/mc
- diametro massimo aggregato	26 mm
- copriferro	75 mm
- classe di esposizione	XC2
- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A
- classe di consistenza	S4-S5

LASTRE TRALICCIAE

- classe di resistenza minima	C45/55
- rapporto acqua/cemento	< 0.5
- dosaggio minimo di cemento	340 kg/mc
- diametro massimo aggregato	20 mm
- copriferro	25 mm
- classe di esposizione	XC4, XD1
- tipo di cemento	CEM II/B-S,III/A, IV/A
- classe di consistenza	S5

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

<u>FONDAZIONE SPALLE</u>		<u>SOLETTA DI IMPALCATO</u>	
- classe di resistenza minima	C32/40	- classe di resistenza minima	C35/45
- rapporto acqua/cemento	< 0.55	- rapporto acqua/cemento	< 0.5
- dosaggio minimo di cemento	300 kg/mc	- dosaggio minimo di cemento	340 kg/mc
- diametro massimo aggregato	32 mm	- diametro massimo aggregato	25 mm
- copriferro	40 mm	- copriferro	35 mm
- classe di esposizione	XC2, XA1	- classe di esposizione	XC4
- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A	- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A
- classe di consistenza	S4	- classe di consistenza	S4 - S5
<u>ELEVAZIONE SPALLE E PILE</u>		<u>SOLETTA RETROTRAVE</u>	
- classe di resistenza minima	C32/40	- classe di resistenza minima	C35/45
- rapporto acqua/cemento	< 0.5	- rapporto acqua/cemento	< 0.45
- dosaggio minimo di cemento	340 kg/mc	- dosaggio minimo di cemento	360 kg/mc
- diametro massimo aggregato	32 mm	- diametro massimo aggregato	25 mm
- copriferro	40 mm	- copriferro	45 mm
- classe di esposizione	XC4, XD1, XF2, XA1	- classe di esposizione	XC4, XD3, XF4
- aria inglobata	2.5%	- aria inglobata	5%+-1%
- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A	- tipo di cemento	CEM II/B-S, III/A, IV/A
- classe di consistenza	S4	- classe di consistenza	S4 - S5
		<u>CORDOLI</u>	
		- classe di resistenza minima	C35/45
		- rapporto acqua/cemento	< 0.45
		- dosaggio minimo di cemento	360 kg/mc
		- diametro massimo aggregato	25 mm
		- copriferro	50 mm
		- classe di esposizione	XC4, XD3, XF4
		- aria inglobata	5%+-1%
		- tipo di cemento	CEM III, IV
		- classe di consistenza	S4

3.2 ACCIAIO PER C.C.A.

Acciaio tipo: B450 C Saldabile controllato in stabilimento

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche dell'acciaio d'armatura utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Tensione di snervamento caratteristica f_{yk} = 450 N/

Coefficiente parziale per verifiche sezionali γ_M = 1.15

Tensione di snervamento di progetto $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_M$ = 391 N/

Tensione limite in esercizio $\sigma_S = 0.80 * f_{yk}$ = 360 N/

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

3.3 CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

- Elementi composti per saldatura :
 - acciaio S355J2+W (ex 510 D CORTEN) per spessori $\leq 40\text{mm}$ (UNI EN 10025)
 - acciaio S355K2+W (ex 510 DD CORTEN) per spessori $> 40\text{mm}$ (UNI EN 10025)
- Elementi non saldati :
 - acciaio S355J0+W (ex 510 C CORTEN) (UNI EN 10025)

BULLONI

- Secondo UNI EN 14399: 2005 part1 3, 4, 5 e 6
- Viti : classe 10.9 (UNI EN ISO 898 - 1: 2001)
- Dadi : classe 10.9 (UNI EN 20898-2: 1994)
- Rosette : acciaio C50 UNI EN 10083 - 2: 2006 (HRC 32-40)
- Giunzioni ad attrito, coppie di serraggio secondo D.M. 04/01/2008
- I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite verso l'alto ed il dado verso il basso ed avranno una rosetta sotto la vite ed una sotto il dado
- Fori per bulloni secondo D.M. 04/01/2008

PIOLI

- Secondo UNI EN ISO 13918
- Pioli tipo Nelson (per ϕ e H vedere elaborati grafici)
 - Acciaio ST 37-3K (S235J2G3+C450)
 - Snervamento : $f_y \geq 350 \text{ N/mm}^2$
 - Rottura : $f_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$
 - Allungamento : $A \geq 15\%$
 - Strizione : $Z \geq 50\%$

SALDATURE

- Secondo D.M. 04/01/2008
- Dove non diversamente specificato si prevedono saldature a cordone d'angolo di lato pari a 0.7 per lo spessore minimo da collegare se su entrambi i lati e di lato pari allo spessore minimo da collegare se su un solo lato
- Tutti i cordoni devono essere sigillati sul contorno.
- Per i giunti a piena penetrazione le lamiere dovranno essere preventivamente preparate con opportuno cianfrino.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), l'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

In accordo a quanto riportato al punto 7.10 del D.M. 2008, i dispositivi del sistema d'isolamento debbono essere in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC, al fine di garantire il soddisfacimento del requisito riguardante il livello superiore di sicurezza richiesto al sistema di isolamento rispetto alle altre parti costituenti l'opera.

Gli elementi di sostegno, invece, come richiesto dalla norma, devono mantenersi in campo elastico sotto l'azione sismica di progetto per lo SLV.

Il calcolo in condizioni sismiche viene eseguito mediante un'analisi modale con spettro di risposta, in cui l'azione sismica viene modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto definito dalla suddetta normativa.

4.1 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)

Per la definizione dell'azione sismica, occorre fissare il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la IV .

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale dunque:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 100 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLV}) = 949 \text{ anni}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

I parametri spettrali per il calcolo dell'azione sismica vengono individuati sulla base del rischio sismico per la località considerata, in funzione delle coordinate dell'opera (latitudine 44.51449°, longitudine 11.07946°):

Stato limite	T_R	a_g	F_0	T_c^*
SLV	949	0.205g	2.401	0.314 sec

Data l'ubicazione dell'opera, si assume la categoria topografica T1, e la categoria di sottosuolo C.

Si ottiene quindi per quanto concerne lo stato limite SLV:

$$S_s = 1.404 \quad S_t = 1 \quad S = S_s \times S_t = 1.404$$

La risposta all'azione sismica viene calcolata separatamente per ciascuna delle componenti orizzontali, longitudinale e trasversale, e per quella verticale.

Si riportano i parametri necessari alla definizione dello spettro di progetto $S_d(T)$, assunto uguale allo spettro elastico corrispondente. Tale spettro viene ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8T_i$, assumendo come **coefficiente riduttivo η** il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_{si} del sistema di isolamento, nel nostro caso assunto pari al 16.0%.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spettro di risposta elastico – componente orizzontale

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle seguenti espressioni:

in cui si ha:

SLV
$S = S_S \cdot S_T$ $S_S = 1.404$ $S_T = 1.000$ $C_C = 1.539$ $T_C = C_C T_C^* = 0.483 \text{ s}$ $T_B = T_C / 3 = 0.161 \text{ s}$ $T_D = 4,0 a_g / g + 1.6 = 2.42 \text{ s}$

Spettro di risposta elastico – componente verticale

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle seguenti espressioni:

in cui si ha:

$\eta=1$ corrisponde a uno smorzamento ζ pari al 5%

I valori di T_B , T_C e T_D sono riportati nella tabella 3.2.VII del D.M.08 e valgono:

$$T_B = 0.05 \text{ s}$$

$$T_C = 0.15 \text{ s}$$

$$T_D = 1.00 \text{ s}$$

Stato Limite di Collasso (SLC)

Per la definizione dell'azione sismica, occorre fissare il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la IV .

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale dunque:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 100 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLC})=5\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLC})= \approx 1950 \text{ anni}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

I parametri spettrali per il calcolo dell'azione sismica vengono individuati sulla base del rischio sismico per la località considerata, in funzione delle coordinate dell'opera (latitudine 44.51449°, longitudine 11.07946°):

Stato limite	T_R	a_g	F_0	T_c^*
SLC	1950	0.255 g	2.437	0.322 sec

Data l'ubicazione dell'opera, si assume la categoria topografica T1, e la categoria di sottosuolo C.

Nei riguardi dello stato limite SLC si ricavano i seguenti parametri:

$$S_s = 1.327$$

$$S_t = 1$$

$$S = S_s \times S_t = 1.327$$

La risposta all'azione sismica viene calcolata separatamente per ciascuna delle componenti orizzontali, longitudinale e trasversale, e per quella verticale.

Si riportano i parametri necessari alla definizione dello spettro di progetto $S_d(T)$, assunto uguale allo spettro elastico corrispondente. Tale spettro viene ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8T_i$, assumendo come **coefficiente riduttivo η** il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_{si} del sistema di isolamento, nel nostro caso assunto pari al 16.0%.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spettro di risposta elastico – componente orizzontale

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle seguenti espressioni:

in cui si ha:

SLC
$S = S_S \cdot S_T$ $S_S = 1.327$ $S_T = 1.000$ $C_C = 1.527$ $T_C = C_C T_C^* = 0.492 \text{ s}$ $T_B = T_C / 3 = 0.164 \text{ s}$ $T_D = 4,0 a_g / g + 1.6 = 2.62 \text{ s}$

Spettro di risposta elastico – componente verticale

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle seguenti espressioni:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

in cui si ha:

$$\eta=1/q = 1$$

I valori di T_B , T_C e T_D sono riportati nella tabella 3.2.VII del D.M.08 e valgono:

$$T_B = 0.05s$$

$$T_C = 0.15s$$

$$T_D = 1.00s$$

4.2 COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Poiché la risposta all'azione sismica viene calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti, gli effetti sulla struttura sono combinati successivamente applicando la seguente espressione:

$$1.00 \cdot E_x + 0.3 \cdot E_y + 0.3 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 del sovracitato *D.M. 14/01/2008*.

Le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti:

$$\text{STR} \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO} \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; nel caso in oggetto si assume per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0$.

Nel presente elaborato le combinazioni sismiche oggetto di studio si indicano con:

$$\text{Sisma Long} \Rightarrow (1.00 \cdot E_{\text{Long}} + 0.3 \cdot E_{\text{Trasv}} + 0.3 \cdot E_{\text{vert}}) + G_1 + G_2$$

$$\text{Sisma Trasv} \Rightarrow (0.3 \cdot E_{\text{Long}} + 1.00 \cdot E_{\text{Trasv}} + 0.3 \cdot E_{\text{vert}}) + G_1 + G_2$$

$$\text{Sisma Vert} \Rightarrow (0.3 \cdot E_{\text{Long}} + 0.3 \cdot E_{\text{Trasv}} + 1.00 \cdot E_{\text{vert}}) + G_1 + G_2$$

4.3 COMBINAZIONI DI CARICO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 del sovracitato D.M. 14/01/2008.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

1. combinazione 1 \rightarrow (A1+M1+R1) \rightarrow STR
2. combinazione 2 \rightarrow (A2+M1+R2) \rightarrow GEO (carico limite)
- 3.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	M ₁	M ₂
		γ_M		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1.25

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1.25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO γ_F	EQU	(A1) STR	(A2) STR
Permanente	favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.35	1.0
Permanente non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.0(0.9)	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5 (1.1)	1.35	1.0/1.3
Variabili da traffico	favorevole	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.30

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Rara} \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Frequente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Quasi permanente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4.4 SISTEMA DI VINCOLAMENTO

Il sistema di vincolamento previsto per il ponte è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata. I dispositivi previsti in corrispondenza delle pile sono inoltre dotati di una slitta che permette gli spostamenti in direzione longitudinale: di conseguenza le azioni longitudinali in condizioni di esercizio o in condizione sismica si ripartiscono sulle sole spalle e non vengono trasmesse alle pile. L'unica azione longitudinale agente sulle pile è dovuta all'attrito. Le azioni trasversali invece sono trasmesse a pile e spalle: in questo modo viene ripartita su un maggior numero di punti l'azione del vento e quindi vengono minimizzati gli spostamenti orizzontali trasversali dovuti a tale azione che altrimenti rappresenterebbero un malfunzionamento dell'opera in condizioni di esercizio.

Le diverse caratteristiche dei dispositivi di appoggio ed isolamento, posti rispettivamente in corrispondenza della pila e delle spalle, vengono in primo luogo definite dal valore di portata verticale che i dispositivi stessi devono essere in grado di garantire e quindi in base alle lunghezze di pertinenza dei carichi per le pile e per le spalle. Ne conseguono diversi valori di rigidezza traslazionale k_h proporzionali alle lunghezze di afferenza. La rigidezza orizzontale dei dispositivi è definita dall'espressione $k_h = G \cdot A / t_e$, dove t_e indica lo spessore totale della gomma costituente il dispositivo.

Le mescole elastomeriche ad alto smorzamento di cui sono costituiti i dispositivi di isolamento sono caratterizzate da una sensibile variazione del modulo G al variare della deformazione. In particolare il valore di G al di sotto del 50% della deformazione massima di un dispositivo risulta circa 2 volte superiore al valore assunto da G per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidezza traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Di seguito si anticipano i valori delle rigidezze traslazionali dei dispositivi previsti in corrispondenza delle spalle e delle pile in condizioni di esercizio e sismiche: tali valori verranno infatti utilizzate in condizioni sismiche in un'analisi dinamica lineare al fine della valutazione delle azioni sismiche e nella ripartizione delle azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato ai diversi elementi di sostegno.

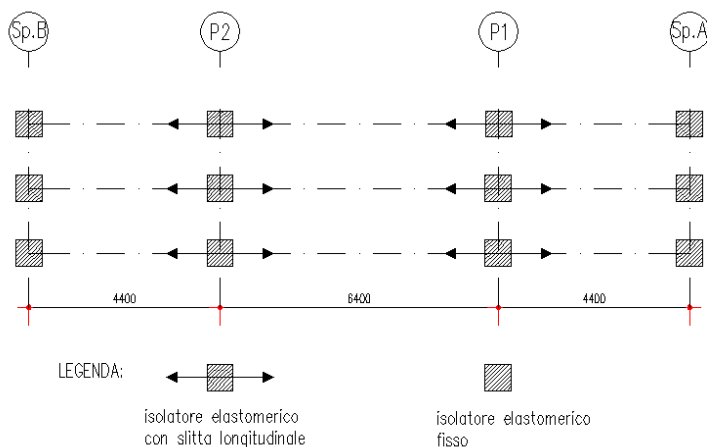
	Spalle	Pile
Numero dispositivi di appoggio	3	3

	Kh dispositivi spalle	Kh dispositivi pila
Condizioni di esercizio	13420 kN/m	17520 kN/m
Condizioni sismiche	6710 kN/m	8760 kN/m

L'immagine seguente riporta uno schema planimetrico della disposizione degli isolatori lungo lo sviluppo del ponte.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



4.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Per quanto riguarda le sollecitazioni di natura sismica, in accordo a quanto riportato al punto 7.10 del D.M. 2008, i dispositivi del sistema d'isolamento debbono essere in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC, al fine di garantire il soddisfacimento del requisito riguardante il livello superiore di sicurezza richiesto al sistema di isolamento rispetto alle altre parti costituenti l'opera.

Per un corretto funzionamento del sistema di isolamento, occorre che gli elementi della sottostruttura si mantengano in campo elastico, sotto l'effetto delle azioni sismiche di progetto.

5. MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI

5.1 GEOMETRIA

Nella figura seguente si riporta lo schema del modello di calcolo utilizzato per l'analisi in oggetto.

L'analisi dinamica lineare è svolta su modello agli elementi finiti implementato con il programma di calcolo SAP2000 utilizzando gli spettri di progetto agenti nelle tre direzioni principali (x, y, z).

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Il modello è in grado di descrivere tutti i gradi di libertà significativi caratterizzanti la risposta dinamica e riproduce fedelmente le caratteristiche di inerzia e di rigidezza della struttura, e di vincolo degli impalcati.

Il modello di calcolo utilizzato è costituito essenzialmente da:

- elementi tipo “beam” (con comportamento elastico-lineare) che schematizzano l’impalcato e le pile con rigidezze e masse equivalenti
- elementi tipo “link” (con comportamento elastico-lineare), che simulano il comportamento dei dispositivi di appoggio

L’analisi viene eseguita attraverso i seguenti punti:

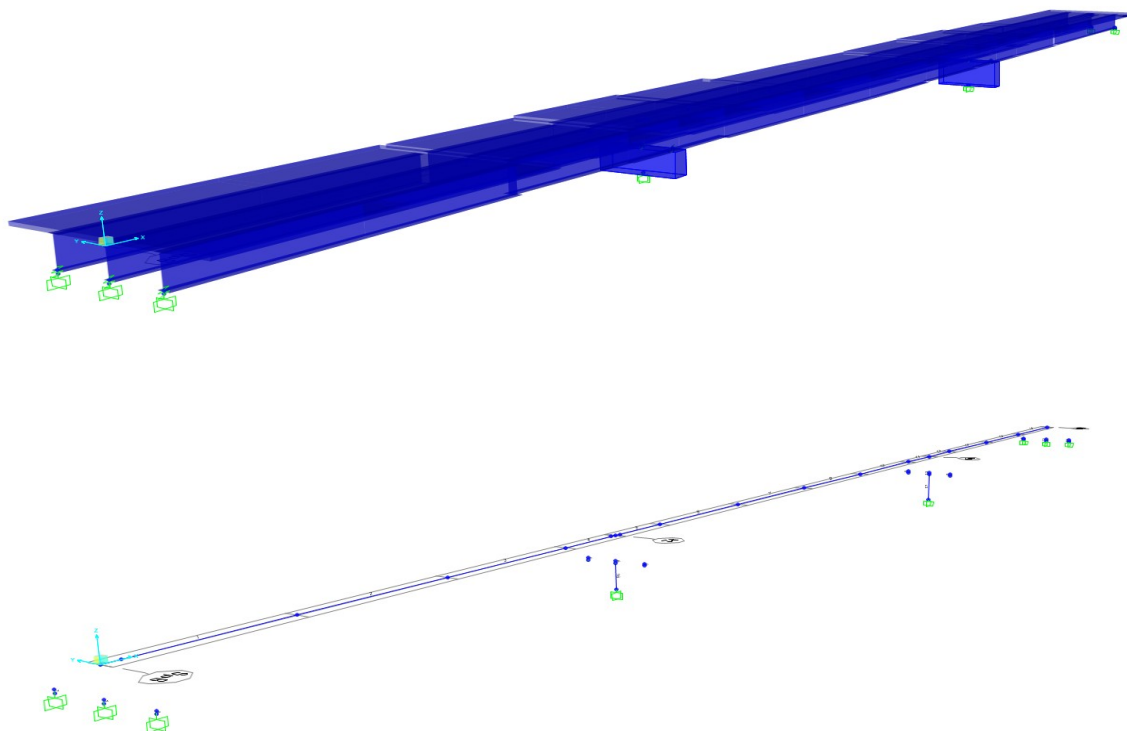
- determinazione dei modi di vibrare della struttura (analisi modale)
- calcolo degli effetti dell’azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto per ciascuno dei modi di vibrare individuati
- combinazione degli effetti relativi a ciascun modo di vibrare

Verranno presi in considerazione un numero di modi di vibrare la cui massa partecipante sia superiore all’85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi verrà utilizzata una combinazione CQC degli effetti relativi a ciascun modo.

Nella figura seguente si riporta lo schema del modello di calcolo utilizzato per l’analisi in oggetto.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Schemi tridimensionali del modello di calcolo.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

5.2 SPETTRI DI PROGETTO

Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)

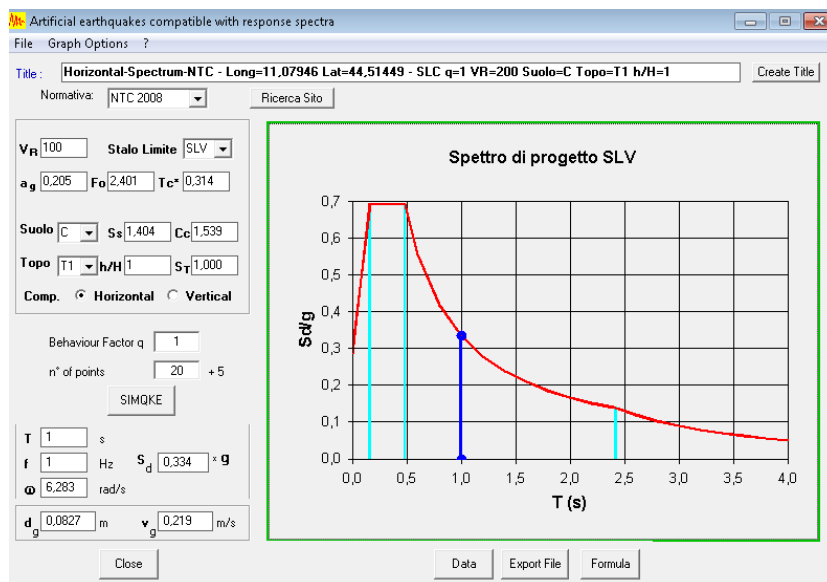
Spettro in direzione orizzontale

Si riepilogano di seguito i parametri utili alla definizione dello spettro di risposta per la direzione orizzontale, validi per l'opera in oggetto.

STATO LIMITE	SLV
PARAMETRI INDIPENDENTI	
ag	0.205g
F0	2.401
Tc*	0.314sec
Ss	1.404
Cc	1.539
St	1.00
q	1.00
PARAMETRI DIPENDENTI	
S	1.404
η (per $T > 0.8Tis$)	0.69
Tb	0.161sec
Tc	0.483sec
Td	2.42 sec

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Essendo il $T_{is}=1.71$ sec, lo spettro viene ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8T_{is}=1.368$ sec. Questa operazione si realizza imponendo lo smorzamento viscoso equivalente ξ_{si} pari al 16% per tutti i modi di vibrare che attivano il sistema di isolamento. Per i restanti modi (deformate nel piano verticale) lo smorzamento resta fissato al 5%. Il parametro che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscoso diversi dal 5% è η , definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) al paragrafo 3.2.3.2.1 tramite la relazione:

Per i modi che non attivano il sistema di isolamento $\eta=1$, per i modi che lo attivano $\eta=0.69$.

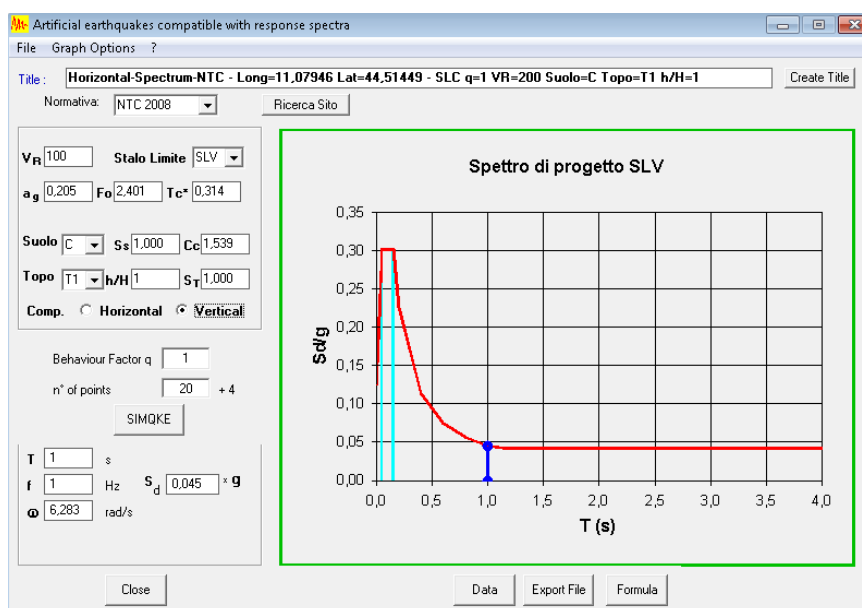
Spettro in direzione verticale

Si riepilogano di seguito i parametri necessari alla definizione dello spettro di risposta per la direzione verticale:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATO LIMITE	SLV
PARAMETRI INDIPENDENTI	
ag	0.205g
Ss	1.00
St	1.00
q	1.00
Tb	0.05sec
Tc	0.15sec
Td	1.00sec
PARAMETRI DIPENDENTI	
Fv	1.468
η	1.00
S	1.00



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Stato Limite di Collasso (SLC)

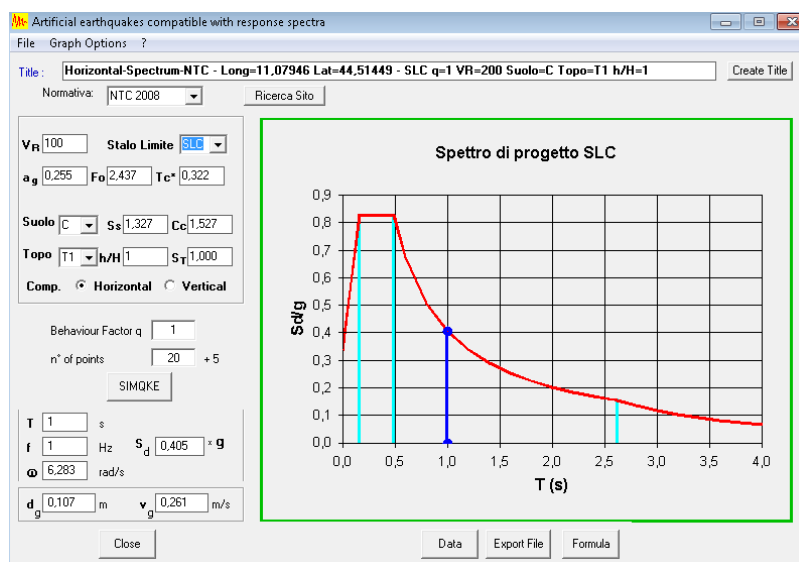
Spettro in direzione orizzontale

Si riepilogano di seguito i parametri utili alla definizione dello spettro di risposta per la direzione orizzontale, validi per l'opera in oggetto.

STATO LIMITE	SLC
PARAMETRI INDIPENDENTI	
ag	0.255g
F0	2.437
Tc*	0.321 sec
Ss	1.327
Cc	1.527
St	1.00
q	1.00
PARAMETRI DIPENDENTI	
S	1.327
η (per $T > 0.8Tis$)	0.69
Tb	0.164sec
Tc	0.492sec
Td	2.62sec

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Essendo il $T_{is}=1.71$ sec, lo spettro viene ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8T_{is}=1.368$ sec. Questa operazione si realizza imponendo lo smorzamento viscoso equivalente ξ_{si} pari al 16% per tutti i modi di vibrare che attivano il sistema di isolamento. Per i restanti modi (deformate nel piano verticale) lo smorzamento resta fissato al 5%. Il parametro che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscoso diversi dal 5% è η , definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) al paragrafo 3.2.3.2.1 tramite la relazione:

Per i modi che non attivano il sistema di isolamento $\eta=1$, per i modi che lo attivano $\eta=0.69$.

Spettro in direzione verticale

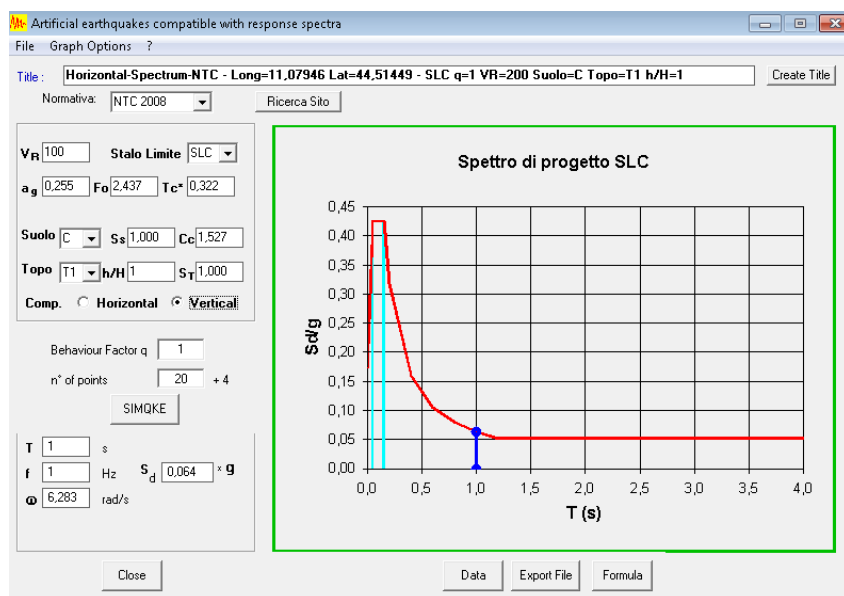
Si riepilogano di seguito i parametri necessari alla definizione dello spettro di risposta per la direzione verticale:

STATO LIMITE	SLC
PARAMETRI INDIPENDENTI	
ag	0.255g
Ss	1.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

St	1.00
q	1.00
Tb	0.05sec
Tc	0.15sec
Td	1.00sec
PARAMETRI DIPENDENTI	
Fv	1.661
η	1.00
S	1.00



Stato Limite di Danno (SLD)

Spettro in direzione orizzontale

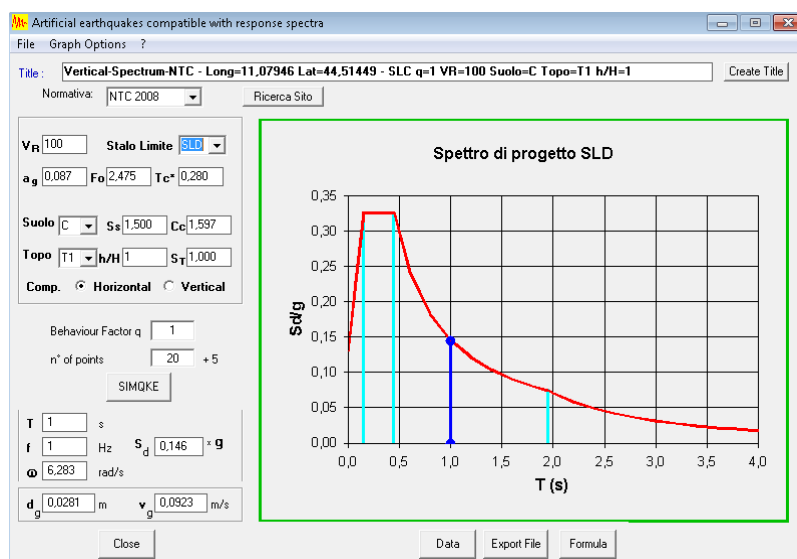
Si riepilogano di seguito i parametri utili alla definizione dello spettro di risposta per la direzione orizzontale, validi per l'opera in oggetto.

STATO LIMITE	SLD
PARAMETRI INDIPENDENTI	

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

ag	0.087g
F0	2.475
Tc*	0.280 sec
Ss	1.5
Cc	1.597
St	1.00
q	1.00
PARAMETRI DIPENDENTI	
S	1.5
η (per $T > 0.8Tis$)	0.69
Tb	0.149sec
Tc	0.447sec
Td	1.948sec



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Essendo il $T_{is}=1.71$ sec, lo spettro viene ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8T_{is}=1.368$ sec. Questa operazione si realizza imponendo lo smorzamento viscoso equivalente ξ_{si} pari al 16% per tutti i modi di vibrare che attivano il sistema di isolamento. Per i restanti modi (deformate nel piano verticale) lo smorzamento resta fissato al 5%. Il parametro che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscoso diversi dal 5% è η , definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) al paragrafo 3.2.3.2.1 tramite la relazione:

Per i modi che non attivano il sistema di isolamento $\eta=1$, per i modi che lo attivano $\eta=0.69$.

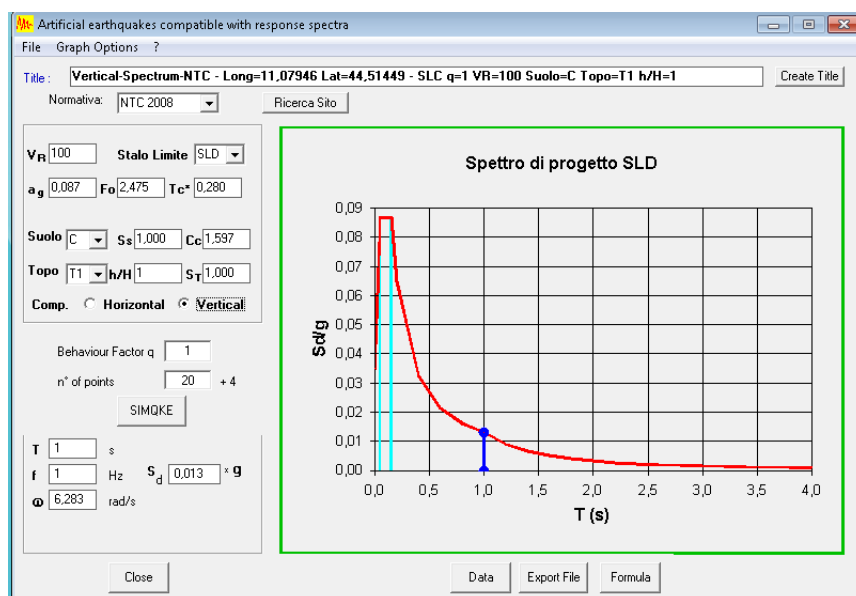
Spettro in direzione verticale

Si riepilogano di seguito i parametri necessari alla definizione dello spettro di risposta per la direzione verticale:

STATO LIMITE	SLD
PARAMETRI INDIPENDENTI	
a_g	0.087g
S_s	1.00
S_t	1.00
q	1.00
T_b	0.05sec
T_c	0.15sec
T_d	1.00sec
PARAMETRI DIPENDENTI	
F_v	0.986
η	1.00
S	1.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

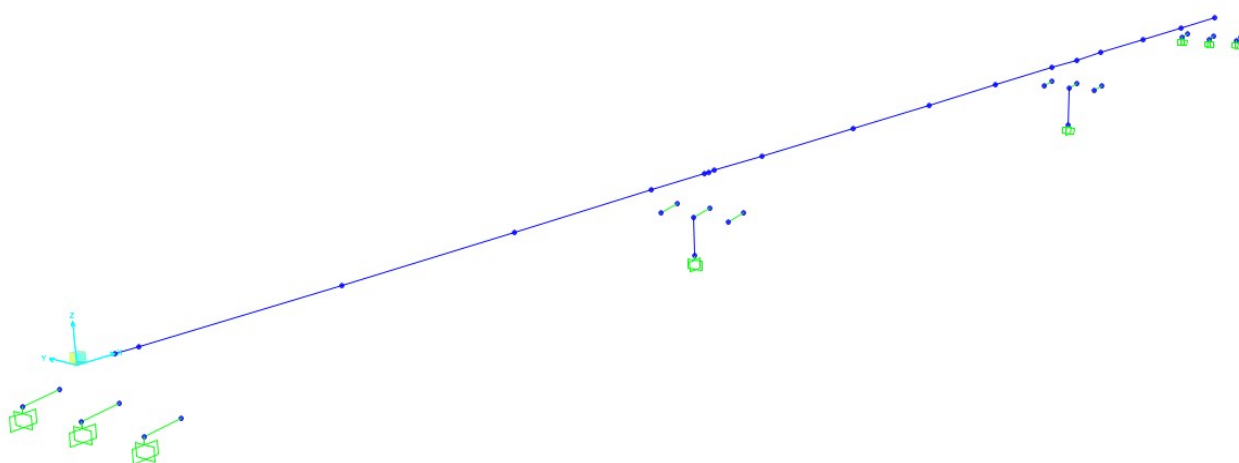
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



6. RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE

6.1 ANALISI MODALE

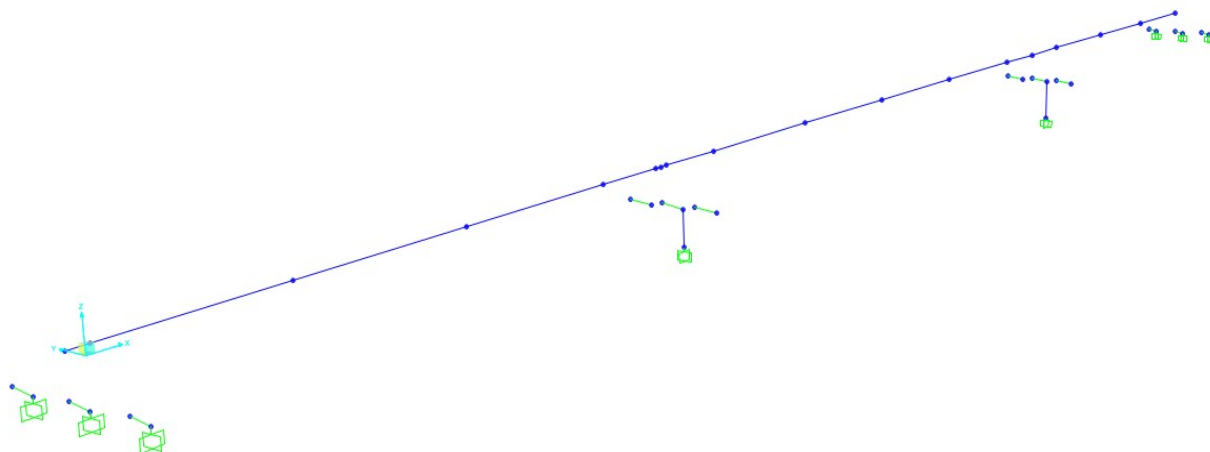
Si riporta l'immagine della deformata modale relativa ai primi modi di vibrare.



Modo 1(longitudinale) $T = 1.71\text{sec}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Modo 2 (trasversale) $T = 1.17$ sec

Nella seguente tabella vengono riepilogati i dati fondamentali dell'analisi modale eseguita dal programma di calcolo; per ciascuno dei modi di vibrare presi in considerazione si riporta il periodo e la percentuale di massa partecipante, parziale e totale, nelle tre direzioni principali:

X: direzione parallela all'asse longitudinale dell'impalcato;

Y: direzione perpendicolare all'asse longitudinale dell'impalcato;

Z: direzione verticale.

TABLE:

Modal

Participat

ing Mass

Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
------------	----------	---------	--------	----	----	----	-------	-------

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.709776	0.97332	0	4.357E-07	0.97332	0
								0.9544
MODAL	Mode	2	1.170003	0	0.95442	0	0.97332	2
								0.9575
MODAL	Mode	3	0.902887	0	0.00311	0	0.97332	4
								0.9575
MODAL	Mode	4	0.587113	4.483E-07	0	0.0155	0.97333	4
								0.9735
MODAL	Mode	5	0.483019	0	0.016	0	0.97333	4
								0.9735
MODAL	Mode	6	0.356375	0.00017	0	0.01478	0.9735	4
								0.9735
MODAL	Mode	7	0.293979	0.000001369	0	0.60024	0.9735	4
					0.00000100			0.9735
MODAL	Mode	8	0.211733	0	2	1.454E-20	0.9735	4
								0.9735
MODAL	Mode	9	0.163029	0.000002467	0	1.583E-07	0.9735	4
					0.000000977			0.9735
MODAL	Mode	10	0.118344	0	3	4.727E-20	0.9735	5
								0.9735
MODAL	Mode	11	0.114066	4.192E-07	0	0.00142	0.9735	5
								0.9735
MODAL	Mode	12	0.107413	0.000001868	0	0.00033	0.9735	5

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

TABLE: Modal Load Participati on Ratios				
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9997	97.3501
MODAL	Acceleration	UY	99.9999	97.3547
MODAL	Acceleration	UZ	98.5618	63.226

Come richiesto dalla normativa sono stati presi in considerazione un numero di modi di vibrare la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.709776	0.58487	3.6749	13.505
MODAL	Mode	2	1.170003	0.8547	5.3702	28.839
MODAL	Mode	3	0.902887	1.1076	6.959	48.428
MODAL	Mode	4	0.587113	1.7032	10.702	114.53
MODAL	Mode	5	0.483019	2.0703	13.008	169.21
MODAL	Mode	6	0.356375	2.806	17.631	310.85
MODAL	Mode	7	0.293979	3.4016	21.373	456.8
MODAL	Mode	8	0.211733	4.7229	29.675	880.61

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

MODAL	Mode	9	0.163029	6.1339	38.54	1485.3
MODAL	Mode	10	0.118344	8.4499	53.093	2818.8
MODAL	Mode	11	0.114066	8.7668	55.084	3034.2
MODAL	Mode	12	0.107413	9.3099	58.496	3421.8

6.2 SPOSTAMENTI SUGLI APPOGGI

Nella seguente tabella vengono riepilogati gli spostamenti massimi e minimi ottenuti in corrispondenza dei dispositivi per effetto dell'azione sismica, per ciascuna combinazione di carico.

Gli spostamenti vengono indicati per ognuna delle tre direzioni individuate nel sistema di riferimento locale di ciascun dispositivo:

- 1: direzione verticale, il segno negativo indica lo spostamento verso il basso;
- 2: direzione parallela all'asse longitudinale dell'impalcato;
- 3: direzione perpendicolare all'asse longitudinale dell'impalcato;

Si riportano di seguito gli spostamenti riferiti sia allo SLV, allo SLC e allo SLD.

Gli spostamenti riportati di seguito, ricavati in corrispondenza degli elementi "link" che rappresentano i dispositivi di appoggio, sono gli spostamenti massimi e minimi relativi, ovvero tengono conto dell'eventuale opposizione di fase fra sommità pila e impalcato.

TABLE:

Element

Deformati

ons -

Links

(SLC)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Link	LinkElem	OutputCase	U1 [m]	U2 [m]	U3 [m]
Pila 1	4	SLC Sisma Long	0.0000	0.1268	0.0257
Pila 1	4	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1234	-0.0257
Pila 1	4	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0407	0.0857
Pila 1	4	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0373	-0.0857
Pila 1	4	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0398	0.0257
Pila 1	4	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0364	-0.0257
Pila 1	5	SLC Sisma Long	0.0000	0.1268	0.0257
Pila 1	5	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1234	-0.0257
Pila 1	5	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0407	0.0857
Pila 1	5	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0373	-0.0857
Pila 1	5	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0398	0.0257
Pila 1	5	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0364	-0.0257
Pila 1	11	SLC Sisma Long	0.0000	0.1264	0.0257
Pila 1	11	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1230	-0.0257
Pila 1	11	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0392	0.0857
Pila 1	11	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0358	-0.0857
Pila 1	11	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0394	0.0257
Pila 1	11	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0360	-0.0257
Pila 2	2	SLC Sisma Long	0.0000	0.1246	0.0270
Pila 2	2	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1254	-0.0270
Pila 2	2	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0381	0.0901
Pila 2	2	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0389	-0.0901
Pila 2	2	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0375	0.0270
Pila 2	2	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0384	-0.0270
Pila 2	3	SLC Sisma Long	0.0000	0.1246	0.0270
Pila 2	3	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1254	-0.0270
Pila 2	3	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0381	0.0901
Pila 2	3	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0389	-0.0901
Pila 2	3	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0375	0.0270

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pila 2	3	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0384	-0.0270
Pila 2	6	SLC Sisma Long	0.0000	0.1243	0.0270
Pila 2	6	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1251	-0.0270
Pila 2	6	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0371	0.0901
Pila 2	6	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0379	-0.0901
Pila 2	6	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0372	0.0270
Pila 2	6	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0381	-0.0270
Spalla A	9	SLC Sisma Long	0.0000	0.1280	0.0173
Spalla A	9	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1204	-0.0173
Spalla A	9	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0438	0.0577
Spalla A	9	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0363	-0.0577
Spalla A	9	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0427	0.0173
Spalla A	9	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0352	-0.0173
Spalla A	10	SLC Sisma Long	0.0000	0.1280	0.0173
Spalla A	10	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1204	-0.0173
Spalla A	10	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0438	0.0577
Spalla A	10	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0363	-0.0577
Spalla A	10	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0427	0.0173
Spalla A	10	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0352	-0.0173
Spalla A	12	SLC Sisma Long	0.0000	0.1271	0.0173
Spalla A	12	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1196	-0.0173
Spalla A	12	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0410	0.0577
Spalla A	12	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0335	-0.0577
Spalla A	12	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0419	0.0173
Spalla A	12	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0343	-0.0173
Spalla B	1	SLC Sisma Long	0.0000	0.1196	0.0209
Spalla B	1	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1272	-0.0209
Spalla B	1	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0335	0.0698
Spalla B	1	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0410	-0.0698
Spalla B	1	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0342	0.0209

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla B 1	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0417	-0.0209
Spalla B 7	SLC Sisma Long	0.0000	0.1203	0.0209
Spalla B 7	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1279	-0.0209
Spalla B 7	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0358	0.0698
Spalla B 7	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0434	-0.0698
Spalla B 7	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0349	0.0209
Spalla B 7	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0424	-0.0209
Spalla B 8	SLC Sisma Long	0.0000	0.1203	0.0209
Spalla B 8	SLC Sisma Long	0.0000	-0.1279	-0.0209
Spalla B 8	SLC Sisma Trasv	0.0000	0.0358	0.0698
Spalla B 8	SLC Sisma Trasv	0.0000	-0.0434	-0.0698
Spalla B 8	SLC Sisma Vert	0.0000	0.0349	0.0209
Spalla B 8	SLC Sisma Vert	0.0000	-0.0424	-0.0209

TABLE:

**Element
Deformations - Links
(SLV)**

Link	LinkElem	OutputCase	U1 [m]	U2 [m]	U3 [m]
Pila 1	4	SLV Sisma Long	0.000	0.105	0.021
Pila 1	4	SLV Sisma Long	0.000	-0.102	-0.021
Pila 1	4	SLV Sisma Trasv	0.000	0.034	0.071
Pila 1	4	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.030	-0.071
Pila 1	4	SLV Sisma Vert	0.000	0.033	0.021
Pila 1	4	SLV Sisma Vert	0.000	-0.030	-0.021
Pila 1	5	SLV Sisma Long	0.000	0.105	0.021
Pila 1	5	SLV Sisma Long	0.000	-0.102	-0.021
Pila 1	5	SLV Sisma Trasv	0.000	0.034	0.071

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pila 1	5	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.030	-0.071
Pila 1	5	SLV Sisma Vert	0.000	0.033	0.021
Pila 1	5	SLV Sisma Vert	0.000	-0.030	-0.021
Pila 1	11	SLV Sisma Long	0.000	0.105	0.021
Pila 1	11	SLV Sisma Long	0.000	-0.101	-0.021
Pila 1	11	SLV Sisma Trasv	0.000	0.033	0.071
Pila 1	11	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.029	-0.071
Pila 1	11	SLV Sisma Vert	0.000	0.033	0.021
Pila 1	11	SLV Sisma Vert	0.000	-0.029	-0.021
Pila 2	2	SLV Sisma Long	0.000	0.103	0.022
Pila 2	2	SLV Sisma Long	0.000	-0.104	-0.022
Pila 2	2	SLV Sisma Trasv	0.000	0.031	0.074
Pila 2	2	SLV Sisma Trasv	-0.001	-0.032	-0.074
Pila 2	2	SLV Sisma Vert)	0.000	0.031	0.022
Pila 2	2	SLV Sisma Vert	0.000	-0.032	-0.022
Pila 2	3	SLV Sisma Long	0.000	0.103	0.022
Pila 2	3	SLV Sisma Long	0.000	-0.104	-0.022
Pila 2	3	SLV Sisma Trasv	0.000	0.031	0.074
Pila 2	3	SLV Sisma Trasv	-0.001	-0.032	-0.074
Pila 2	3	SLV Sisma Vert	0.000	0.031	0.022
Pila 2	3	SLV Sisma Vert	0.000	-0.032	-0.022
Pila 2	6	SLV Sisma Long	0.000	0.103	0.022
Pila 2	6	SLV Sisma Long	0.000	-0.103	-0.022
Pila 2	6	SLV Sisma Trasv	0.000	0.031	0.074
Pila 2	6	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.031	-0.074
Pila 2	6	SLV Sisma Vert	0.000	0.031	0.022
Pila 2	6	SLV Sisma Vert	0.000	-0.031	-0.022
Spalla A	9	SLV Sisma Long	0.000	0.106	0.014
Spalla A	9	SLV Sisma Long	0.000	-0.099	-0.014
Spalla A	9	SLV Sisma Trasv	0.000	0.037	0.048
Spalla A	9	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.029	-0.048

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla A	9	SLV Sisma Vert	0.000	0.036	0.014
Spalla A	9	SLV Sisma Vert	0.000	-0.028	-0.014
Spalla A	10	SLV Sisma Long	0.000	0.106	0.014
Spalla A	10	SLV Sisma Long	0.000	-0.099	-0.014
Spalla A	10	SLV Sisma Trasv	0.000	0.037	0.048
Spalla A	10	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.029	-0.048
Spalla A	10	SLV Sisma Vert	0.000	0.036	0.014
Spalla A	10	SLV Sisma Vert	0.000	-0.028	-0.014
Spalla A	12	SLV Sisma Long	0.000	0.106	0.014
Spalla A	12	SLV Sisma Long	0.000	-0.098	-0.014
Spalla A	12	SLV Sisma Trasv	0.000	0.034	0.048
Spalla A	12	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.027	-0.048
Spalla A	12	SLV Sisma Vert	0.000	0.035	0.014
Spalla A	12	SLV Sisma Vert	0.000	-0.028	-0.014
Spalla B	1	SLV Sisma Long	0.000	0.098	0.017
Spalla B	1	SLV Sisma Long	0.000	-0.106	-0.017
Spalla B	1	SLV Sisma Trasv	0.000	0.027	0.058
Spalla B	1	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.034	-0.058
Spalla B	1	SLV Sisma Vert	0.000	0.027	0.017
Spalla B	1	SLV Sisma Vert	0.000	-0.035	-0.017
Spalla B	7	SLV Sisma Long	0.000	0.099	0.017
Spalla B	7	SLV Sisma Long	0.000	-0.106	-0.017
Spalla B	7	SLV Sisma Trasv	0.000	0.029	0.058
Spalla B	7	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.036	-0.058
Spalla B	7	SLV Sisma Vert	0.000	0.028	0.017
Spalla B	7	SLV Sisma Vert	0.000	-0.036	-0.017
Spalla B	8	SLV Sisma Long	0.000	0.099	0.017
Spalla B	8	SLV Sisma Long	0.000	-0.106	-0.017
Spalla B	8	SLV Sisma Trasv	0.000	0.029	0.058
Spalla B	8	SLV Sisma Trasv	0.000	-0.036	-0.058
Spalla B	8	SLV Sisma Vert	0.000	0.028	0.017

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla B 8 SLV Sisma Vert 0.000 -0.036 -0.017

TABLE:					
Element					
Deformati					
ons -					
Links					
(SLD)					
Link	LinkElem	OutputCase	U1 [m]	U2 [m]	U3 [m]
Pila 1	4	SLD sisma long	0.000	0.048	0.010
Pila 1	4	SLD sisma long	0.000	-0.045	-0.010
Pila 1	4	SLD sisma trasv	0.000	0.016	0.032
Pila 1	4	SLD sisma trasv	0.000	-0.013	-0.032
Pila 1	4	SLD sisma vert	0.000	0.016	0.010
Pila 1	4	SLD sisma vert	0.000	-0.012	-0.010
Pila 1	5	SLD sisma long	0.000	0.048	0.010
Pila 1	5	SLD sisma long	0.000	-0.045	-0.010
Pila 1	5	SLD sisma trasv	0.000	0.016	0.032
Pila 1	5	SLD sisma trasv	0.000	-0.013	-0.032
Pila 1	5	SLD sisma vert	0.000	0.016	0.010
Pila 1	5	SLD sisma vert	0.000	-0.012	-0.010
Pila 1	11	SLD sisma long	0.000	0.048	0.010
Pila 1	11	SLD sisma long	0.000	-0.045	-0.010
Pila 1	11	SLD sisma trasv	0.000	0.016	0.032
Pila 1	11	SLD sisma trasv	0.000	-0.012	-0.032
Pila 1	11	SLD sisma vert	0.000	0.016	0.010
Pila 1	11	SLD sisma vert	0.000	-0.012	-0.010
Pila 2	2	SLD sisma long	0.000	0.046	0.010
Pila 2	2	SLD sisma long	0.000	-0.047	-0.010
Pila 2	2	SLD sisma trasv	0.000	0.014	0.033
Pila 2	2	SLD sisma trasv	0.000	-0.015	-0.033

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pila 2	2	SLD sisma vert	0.000	0.014	0.010
Pila 2	2	SLD sisma vert	0.000	-0.014	-0.010
Pila 2	3	SLD sisma long	0.000	0.046	0.010
Pila 2	3	SLD sisma long	0.000	-0.047	-0.010
Pila 2	3	SLD sisma trasv	0.000	0.014	0.033
Pila 2	3	SLD sisma trasv	0.000	-0.015	-0.033
Pila 2	3	SLD sisma vert	0.000	0.014	0.010
Pila 2	3	SLD sisma vert	0.000	-0.014	-0.010
Pila 2	6	SLD sisma long	0.000	0.046	0.010
Pila 2	6	SLD sisma long	0.000	-0.047	-0.010
Pila 2	6	SLD sisma trasv	0.000	0.013	0.033
Pila 2	6	SLD sisma trasv	0.000	-0.014	-0.033
Pila 2	6	SLD sisma vert	0.000	0.014	0.010
Pila 2	6	SLD sisma vert	0.000	-0.014	-0.010
Spalla A	9	SLD sisma long	0.000	0.050	0.006
Spalla A	9	SLD sisma long	0.000	-0.042	-0.006
Spalla A	9	SLD sisma trasv	0.000	0.019	0.021
Spalla A	9	SLD sisma trasv	0.000	-0.011	-0.021
Spalla A	9	SLD sisma vert	0.000	0.018	0.006
Spalla A	9	SLD sisma vert	0.000	-0.010	-0.006
Spalla A	10	SLD sisma long	0.000	0.050	0.006
Spalla A	10	SLD sisma long	0.000	-0.042	-0.006
Spalla A	10	SLD sisma trasv	0.000	0.019	0.021
Spalla A	10	SLD sisma trasv	0.000	-0.011	-0.021
Spalla A	10	SLD sisma vert	0.000	0.018	0.006
Spalla A	10	SLD sisma vert	0.000	-0.010	-0.006
Spalla A	12	SLD sisma long	0.000	0.049	0.006
Spalla A	12	SLD sisma long	0.000	-0.042	-0.006
Spalla A	12	SLD sisma trasv	0.000	0.018	0.021
Spalla A	12	SLD sisma trasv	0.000	-0.010	-0.021
Spalla A	12	SLD sisma vert	0.000	0.018	0.006

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla A	12	SLD sisma vert	0.000	-0.010	-0.006
Spalla B	1	SLD sisma long	0.000	0.042	0.008
Spalla B	1	SLD sisma long	0.000	-0.050	-0.008
Spalla B	1	SLD sisma trasv	0.000	0.010	0.026
Spalla B	1	SLD sisma trasv	0.000	-0.018	-0.026
Spalla B	1	SLD sisma vert	0.000	0.010	0.008
Spalla B	1	SLD sisma vert	0.000	-0.018	-0.008
Spalla B	7	SLD sisma long	0.000	0.042	0.008
Spalla B	7	SLD sisma long	0.000	-0.050	-0.008
Spalla B	7	SLD sisma trasv	0.000	0.011	0.026
Spalla B	7	SLD sisma trasv	0.000	-0.018	-0.026
Spalla B	7	SLD sisma vert	0.000	0.010	0.008
Spalla B	7	SLD sisma vert	0.000	-0.018	-0.008
Spalla B	8	SLD sisma long	0.000	0.042	0.008
Spalla B	8	SLD sisma long	0.000	-0.050	-0.008
Spalla B	8	SLD sisma trasv	0.000	0.011	0.026
Spalla B	8	SLD sisma trasv	0.000	-0.018	-0.026
Spalla B	8	SLD sisma vert	0.000	0.010	0.008
Spalla B	8	SLD sisma vert	0.000	-0.018	-0.008

6.3 AZIONI SUGLI APPOGGI

Nella seguente tabella vengono riepilogate le azioni massime e minime ottenute in corrispondenza dei dispositivi presenti su ciascun elemento di sostegno per effetto dell'azione sismica. I simboli hanno i seguenti significati:

P: Carico verticale (il segno negativo indica l'azione verso il basso);

V: Azione di taglio;

Come gli spostamenti, anche le componenti di sollecitazione sono individuate nel sistema di riferimento locale di ciascun dispositivo:

2: direzione parallela all'asse longitudinale dell'impalcato;

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

3: direzione perpendicolare all'asse longitudinale dell'impalcato.

I valori riportati si riferiscono alla analisi sismica eseguita con riferimento allo SLC.

Per ogni combinazione di carico, si procede al calcolo di μ , coefficiente d'attrito.

Il coefficiente di attrito si calcola facendo riferimento alla norma UNI EN 1337-2, in particolare alla formula B1 (Appendice B) sotto riportata:

dove:

$k=1$ per accoppiamento acciaio e cromo

$k=1,5$ per accoppiamento con lega di alluminio

P : pressione di contatto sul PTFE (politetrafluoroetilene)

Il coefficiente in questione, moltiplicato per i carichi verticali agenti, fornisce il valore dell'azione longitudinale V_2 associata all'attrito. Si è agito a favore di sicurezza poiché per carichi dinamici si mobilita l'attrito dinamico che ha un coefficiente minore rispetto all'attrito statico.

TABLE:

Element

Forces -

Links

(SLC)

Link	LinkElem	Station	OutputCase	P [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Long	-3483.68	246.92	225.19
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Long	-3960.44	265.82	-225.19
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Trasv	-3540.83	249.29	750.62
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Trasv	-3903.29	263.66	-750.62
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Vert	-3175.12	233.51	225.19
Pila 1	11	J-End	SLC Sisma Vert	-4269.01	277.01	-225.19
Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Long	-3206.23	234.91	225.19

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Long	-4237.90	275.92	-225.19
Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Trasv	-2615.99	206.47	750.62
Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Trasv	-4828.13	295.52	-750.62
Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Vert	-2897.67	220.57	225.19
Pila 1	4	J-End	SLC Sisma Vert	-4546.46	286.47	-225.19
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Long	-3206.23	234.91	225.19
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Long	-4237.90	275.92	-225.19
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Trasv	-2615.99	206.47	750.62
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Trasv	-4828.13	295.52	-750.62
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Vert	-2897.67	220.57	225.19
Pila 1	5	J-End	SLC Sisma Vert	-4546.46	286.47	-225.19
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Long	-3528.08	248.76	236.83
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Long	-4598.50	288.18	-236.83
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Trasv	-2882.50	219.83	789.45
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Trasv	-5244.08	307.98	-789.45
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Vert	-3241.89	236.50	236.83
Pila 2	2	J-End	SLC Sisma Vert	-4884.69	297.28	-236.83
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Long	-3528.08	248.76	236.83
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Long	-4598.50	288.18	-236.83
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Trasv	-2882.50	219.83	789.45
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Trasv	-5244.08	307.98	-789.45
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Vert	-3241.89	236.50	236.83
Pila 2	3	J-End	SLC Sisma Vert	-4884.69	297.28	-236.83
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Long	-3830.23	260.86	236.83
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Long	-4296.35	277.97	-236.83
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Trasv	-3889.68	263.14	789.45
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Trasv	-4236.90	275.88	-789.45
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Vert	-3544.04	249.42	236.83
Pila 2	6	J-End	SLC Sisma Vert	-4582.54	287.66	-236.83
Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Long	-629.59	858.65	116.14

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Long	-1051.13	-808.13	-116.14
Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Trasv	-422.54	294.08	387.13
Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Trasv	-1258.19	-243.55	-387.13
Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Vert	-542.56	286.51	116.14
Spalla						
A	9	J-End	SLC Sisma Vert	-1138.17	-235.99	-116.14
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Long	-629.59	858.65	116.14
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Long	-1051.13	-808.13	-116.14
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Trasv	-422.54	294.08	387.13
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Trasv	-1258.19	-243.55	-387.13
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Vert	-542.56	286.51	116.14
Spalla						
A	10	J-End	SLC Sisma Vert	-1138.17	-235.99	-116.14
Spalla						
A	12	J-End	SLC Sisma Long	-734.22	853.01	116.14
Spalla						
A	12	J-End	SLC Sisma Long	-946.51	-802.48	-116.14
Spalla						
A	12	J-End	SLC Sisma Trasv	-771.29	275.27	387.13
Spalla						
A	12	J-End	SLC Sisma Trasv	-909.44	-224.74	-387.13

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Spalla

A	12	J-End	SLC Sisma Vert	-647.18	280.87	116.14
---	----	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla

A	12	J-End	SLC Sisma Vert	-1033.55	-230.34	-116.14
---	----	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Long	-1233.18	-858.00	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Trasv	-580.71	240.48	468.38
----------	---	-------	-----------------	---------	--------	--------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Trasv	-1456.08	-291.01	-468.38
----------	---	-------	-----------------	----------	---------	---------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Vert	-726.72	233.97	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Vert	-1310.07	-284.50	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Long	-915.32	802.68	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Long	-1121.47	-853.21	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Trasv	-953.08	224.52	468.38
----------	---	-------	-----------------	---------	--------	--------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Trasv	-1083.71	-275.05	-468.38
----------	---	-------	-----------------	----------	---------	---------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Vert	-838.43	229.18	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla B	1	J-End	SLC Sisma Vert	-1198.36	-279.71	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Long	-803.61	807.47	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Long	-1233.18	-858.00	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Trasv	-580.71	240.48	468.38
----------	---	-------	-----------------	---------	--------	--------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Trasv	-1456.08	-291.01	-468.38
----------	---	-------	-----------------	----------	---------	---------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Vert	-726.72	233.97	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

Spalla B	7	J-End	SLC Sisma Vert	-1310.07	-284.50	-140.51
----------	---	-------	----------------	----------	---------	---------

Spalla B	8	J-End	SLC Sisma Long	-803.61	807.47	140.51
----------	---	-------	----------------	---------	--------	--------

6.4 GIUNTI

Si riportano di seguito gli spostamenti massimi provocati sui dispositivi collocati sulle spalle da una escursione termica di 25°C e dal sisma di progetto allo Stato Limite di Collasso, allo Stato Limite di salvaguardia della Vita e allo Stato Limite di Danno.

L'allungamento dovuto ad escursione termica tra due punti A e B dell'impalcato è dato dalla seguente espressione:

$$dL_{AB} = L_{AB} \cdot \alpha \cdot dT$$

Codice documento:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

dove si assume:

$L_{AB} = 77$ m distanza tra la spalla B e il baricentro delle rigidezze degli appoggi

α = coefficiente di dilatazione termica per strutture miste acciaio-calcestruzzo

$dT = 25$ °C variazione termica

Spalla B e Spalla A

$L_{SpA-G} = 77$ m

$\delta\Delta t_{SpA-G} = 25^{\circ} \cdot L_{SA-G} = 2.31$ cm

Nella tabella si riepilogano gli spostamenti longitudinali massimi in corrispondenza dei dispositivi sulle spalle, per variazione termica e per azioni simiche:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

	Spalla B
	2.31
Combinazione Sismica SLC (cm)	12.8
Combinazione Sismica SLV (cm)	10.6
Combinazione Sismica SLD (cm)	5.0

Il varco in soletta necessario risulta essere pari a 14 cm. Si assume cautelativamente un valore di 20 cm.

Su entrambe le spalle si prevede dunque:

	SpA / SpB
Escursione Giunto (cm)	±10.00
Varco in soletta (cm)	20.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7. ANALISI STATICA APPOGGI SPALLA B

In corrispondenza della Spalla B l'impalcato presenta la larghezza maggiore. Il calcolo, eseguito con riferimento alla Spalla B, viene quindi esteso cautelativamente anche ai dispositivi presenti sulla Spalla A.

7.1 DATI RELATIVI ALL'IMPALCATO

Dati generali dell'impalcato

Di seguito si elencano i dati relativi all'impalcato utilizzati per il calcolo delle azioni verticali e orizzontali trasmesse alla spalla B.

Larghezza carreggiata	13.24 m
Larghezza pavimentazione	13.24 m
Larghezza cordolo 1	1.00 m
Larghezza cordolo 2	1.00 m
Spessore medio soletta	0.32 m
Spessore pavimentazione	0.10 m
Spessore medio cordoli	0.15 m
Altezza travi	2.37 m
Peso travi in acciaio	3.00 kN/m ²
Altezza baggioli	0.15 m
Altezza appoggi	0.15 m
Peso pavimentazione	3.00 kN/m ²
Peso della singola barriera ed eventuale fonoassorbente	3.00 kN/m
Lunghezza di afferenza alla spalla B	15.03 m
Lunghezza totale impalcato	152.28 m

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Numero dei dispositivi di appoggio	3.00
------------------------------------	------

Raggio di curvatura	500.00 m
---------------------	----------

Azioni trasmesse dall'impalcato

Pesi permanenti

Si riportano i pesi permanenti lineari dei diversi elementi dell'impalcato, calcolati in base ai dati definiti in precedenza.

Peso travi	45.96 kN/m
------------	------------

Peso soletta	122.56 kN/m
--------------	-------------

Peso pavimentazione	39.96 kN/m
---------------------	------------

Peso dei cordoli	7.5 kN/m
------------------	----------

Peso barriere di sicurezza ed eventuale fonoassorbente	6.00 kN/m
--	-----------

Peso permanente lineare assunto	222 kN/m
---------------------------------	----------

La quota parte del peso permanente totale che grava sulla spalla B è pari al peso permanente lineare assunto moltiplicato per la lunghezza di afferenza definita in precedenza.

Peso afferente alla spalla B	3300.00 kN
------------------------------	------------

Cedimenti vincolari

Come specificato al 5.1.3.2 del D.M. 14/01/2008 ai fini del calcolo delle sollecitazioni e quindi delle verifiche strutturali si devono considerare anche gli effetti di possibili

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

cedimenti vincolari. Questi vengono valutati pari a $1/5000$ della luce afferente. La condizione più gravosa per la spalla B si verifica quando i cedimenti interessano entrambe le pile e la spalla A.

Cedimenti vincolari pile $61.11 \text{ m}/5000 = 0.0122 \text{ m}$

Cedimenti vincolari spalle $15.03 \text{ m}/5000 = 0.002992 \text{ m}$

Carichi accidentali

Le reazioni vincolari sulla spalla vengono valutate attraverso un modello monofilare agli elementi finiti costituito da elementi beam. E' applicato lo schema di carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi in tandem applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40m e da carichi uniformemente distribuiti.

Le reazioni vincolari della trave continua in corrispondenza della spalla vengono valutate disponendo gli assi dei carichi concentrati in corrispondenza della spalla in modo da massimizzare la reazione verticale sulla spalla stessa.

Si riporta il riepilogo dell'analisi dei carichi accidentali effettuata.

Categoria ponte	1
Larghezza della carreggiata w	13.24 m
Lunghezza corsia convenzionale	3.00 m
Numero di corsie convenzionali	4.00
Larghezza della zona rimanente w_r	1.24 m

Corsia numero 1

Q_{1k} 300.00 kN

q_{1k} 9.00 kN/m²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Corsia numero 2

Q_{2k}	200.00 kN
q_{2k}	2.50 kN/m ²

Corsia numero 3

Q_{3k}	100.00 kN
q_{3k}	2.50 kN/m ²

Altre corsie e zona rimanente	2.50 kN/m ²
Folla	2.50 kN/m ²

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo. Il numero di colonne di carico prese in considerazione è quello che determina le condizioni più sfavorevoli per la spalla.

Le reazioni sulla spalla dovute ad ogni singola colonna di carico e la reazione totale dei carichi accidentali da traffico con la relativa eccentricità trasversale, calcolata rispetto all'asse dell'impalcato sono le seguenti:

Reazione 1° colonna di carico	1136.10 kN
Reazione 2° colonna di carico	544.78 kN
Reazione 3° colonna di carico	348.32 kN
Reazione altre corsie e zona rimanente	218.68 kN
Reazione folla	50.62 kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

R_{acc}	2293.5 kN
-----------	-----------

Eccentricità trasversale di R_{acc}	3.12 m
---------------------------------------	--------

Le reazioni distinte fra carichi concentrati R_Q e carichi uniformemente distribuiti R_q , con le rispettive eccentricità, sono riassunte di seguito:

R_Q	1200.00 kN
-------	------------

R_q	1093.5 kN
-------	-----------

Eccentricità trasversale con cui è applicato R_Q	3.50 m
--	--------

Eccentricità trasversale con cui è applicato R_q	2.14 m
--	--------

Azioni orizzontali trasversali

AZIONE DEL VENTO

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto nelle direzioni più sfavorevoli per le spalle.

La pressione cinetica del vento è calcolata secondo quanto stabilito dalla normativa. Il calcolo è riportato di seguito:

Zona vento = 2

$v_{b,0} = 25$ m/s; $a_0 = 750$ m; $k_a = 0.015$ 1/s

Classe di rugosità del terreno: C

Categoria esposizione : tipo III

$K_r = 0.2$ m/s; $z_0 = 0.1$ m; $z_{min} = 5$ m

Velocità di riferimento (tempo di ritorno 100 anni) = 26 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 0.423 kN/

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Coefficiente di forma (C_p) = 1

Coefficiente dinamico (C_d) = 1

Coefficiente di esposizione topografico (C_t) = 1

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2.32

Pressione del vento ($p = q_b \cdot C_b \cdot C_p \cdot C_d$) = 0.93 kN/

Per la determinazione delle azioni del vento si considerano le due distinte situazioni di ponte carico e ponte scarico.

Superficie esposta al vento a ponte scarico 819.28 m²

Azione del vento a ponte scarico 762.00 kN

Applicata a quota rispetto base appoggi 2.86 m

Superficie esposta al vento a ponte carico 973.30 m²

Azione del vento a ponte carico 905.15 kN

Applicata a quota rispetto base appoggi 3.36 m

L'azione trasversale del vento si ripartisce fra spalle e pile in base alle relative rigidzze alla traslazione orizzontale. La quota parte di tale azione che agisce sulla spalla B è funzione del rapporto fra la rigidzza degli isolatori disposti su tale spalla e la rigidzza totale del sistema di isolamento del ponte in direzione trasversale.

Azione del vento a ponte scarico agente sulla Spalla B =

Azione del vento a ponte carico agente sulla Spalla B =

AZIONE CENTRIFUGA

Il ponte in corrispondenza della spalla B presenta asse curvilineo con raggio di curvatura $R=500.0$ m. L'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in tabella 5.1.III al paragrafo 5.1.3.5 delle NTC2008.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1° colonna di carico

2° colonna di carico

3° colonna di carico

Azione centrifuga 1° colonna di carico	48 kN
Azione centrifuga 2° colonna di carico	32 kN
Azione centrifuga 3° colonna di carico	16 kN
Azione totale	80 kN
Applicata a quota rispetto base appoggi	3.47 m

Il carico concentrato è applicato al livello della pavimentazione stradale e agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Azioni orizzontali longitudinali

AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale numero 1 e, per i ponti di prima categoria, è data dalla seguente espressione:

$$180\text{kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900\text{kN}$$

essendo w_1 la larghezza della corsia ed L la lunghezza della zona caricata.

L'azione di frenamento totale massima per l'impalcato in oggetto risulta:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Azione di frenamento totale q_3 775.8 kN

Poiché sulle spalle sono presenti dispositivi di appoggio di tipo elastomerico fissi, mentre sulle pile vi sono appoggi elastomerici con slitta longitudinale, le azioni longitudinali si ripartiscono fra le sole spalle. Essendo uguali le rigidezze alla traslazione orizzontale dei dispositivi posti sulle spalle, si assume che su ciascuna di esse gravi metà delle azioni longitudinali agenti.

Per quanto concerne la forza di frenamento, l'azione trasmessa alla singola spalla risulta:

Azione di frenamento sulla spalla 387.9 kN

Applicata a quota rispetto base appoggi 3.47 m

VARIAZIONI TERMICHE

I dispositivi di appoggio in elastomero armato previsti per l'opera in oggetto trasmettono agli elementi di sostegno un'azione orizzontale proporzionale alla loro rigidezza ed allo scorrimento massimo dovuto a deformazioni lente corrispondenti alla dilatazione termica dell'impalcato.

L'accorciamento dovuto ad escursione termica tra due punti A e B dell'impalcato è dato dalla seguente espressione:

$$dL_{AB} = L_{AB} \cdot \alpha \cdot dT$$

dove si assume:

L_{AB} = 77 m distanza tra la spalla e il baricentro delle rigidezze degli appoggi

α = coefficiente di dilatazione termica per strutture miste acciaio-calcestruzzo

dT = 25 °C variazione termica

Di seguito, considerando i valori delle rigidezze orizzontali in condizioni di esercizio dei dispositivi previsti in corrispondenza della spalla e la lunghezza dell'impalcato interessato

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

da una variazione termica di 25°C, viene calcolata l'azione orizzontale conseguente alla suddetta deformazione termica.

$$H_{el} = n \cdot d_{LAB} \cdot k$$

dove si assume:

$n = 3$ numero dei dispositivi sulla spalla

$k = 13420 \text{ kN/m}$ rigidezza orizzontale di ciascun dispositivo sulla spalla;

Azione elastica (in presenza di appoggi elastomerici fissi) 930 kN

applicata in corrispondenza degli appoggi sulla spalla.

7.2 AZIONI SUI DISPOSITIVI DI APPOGGIO

Caratteristiche geometrico-inerziali degli apparecchi di appoggio

Si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche degli apparecchi di appoggio della spalla.

Numero di appoggi sulla spalla n_{ap}	3.00
Numero di appoggi che reagiscono longitudinalmente n_{apl}	3.00
Numero di appoggi che reagiscono trasversalmente n_{apt}	3.00
Interasse appoggi	3.45 m
Momento d'inerzia	9.1966 m ⁴
Modulo di resistenza appoggio più sollecitato	4.84 m ³

Azioni elementari sugli appoggi

Nella tabella vengono riassunte le azioni agenti sulla spalla B.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N(kN)	Mt(kNm)	Tl(kN)	Tt(kN)
Peso permanente	g	3300.00			
Accidentali Q_k (assi concentrati)	Q_k	1200.00	4200.00		
Accidentali q_k (carichi distribuiti)	q_k	1093.5	2341.00		

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Frenatura	q ₃			387.90	
Azione centrifuga	q ₄		277.6		80.00
Vento su impalcato carico	q ₅		659.6		196.3
Vento su impalcato scarico	q ₅		472.8		165.3
Azione elastica (variazione termica)	q ₇			930	
Cedimento vincolare	ε ₄	84.5 (comp)			
		61.4 (traz)			

Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico sono state determinate in riferimento al par. 5.1.3.12 e 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I carichi variabili sono stati suddivisi in carichi da traffico, vento e resistenza passiva dei vincoli; di conseguenza, le combinazioni sono state generate assumendo alternativamente ciascuno dei tre suddetti carichi come azione variabile di base. Inoltre, come indicato nella tabella 5.1.IV, sono stati identificati tre gruppi di azioni caratteristiche, corrispondenti rispettivamente ai carichi verticali, alla forza di frenamento e alla forza centrifuga.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa delle combinazioni di carico prese in considerazione per le verifiche degli elementi della spalla:

		Q1	q3	q4	q5	q5	q6	q6	q7	q9	ε ₄
		(traffico		(centr	(vento	(vento	(sisma	(sisma	(parass-		(cedimento)
		g1,g2)	(fren)	scar)	car)	L)	T)	ΔT)	(urto)	
STR A1	U1a	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.72	0.00	-1.2
	U1b	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
	U1c	1.00	1.01	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.72	0.00	0
	U1d	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.72	0.00	1.2
	U2a	1.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	0
	U2b	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	1.2
	U3a	1.00	1.01	1.35	0.00	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	0
	U3b	1.35	1.01	1.35	0.00	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	1.2
	U4a	1.00	1.01	0.00	1.35	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	0
	U4b	1.35	1.01	0.00	1.35	0.00	0.90	0.00	0.72	0.00	1.2
	U5a	1.00	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	1.2	0.00	0
	U5b	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	1.2	0.00	1.2

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

GEO A2	U1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-1
	U2	1.00	0.86	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U3	1.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U4	1.00	0.86	1.15	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U5	1.00	0.86	0.00	1.15	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U6	1.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	1	0.00	1
SLE	A1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	-1
	A1b	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A3	1.00	0.75	1.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A4	1.00	0.75	0.00	1.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A5	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	1
	F1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-1
	F2	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	F3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	QP1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1
	QP2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	-1

Sollecitazioni sugli appoggi

Nelle tabelle successive vengono specificati, per ciascuna delle combinazioni di carico descritte, i valori assunti dalle seguenti componenti di sollecitazione:

AZIONI RELATIVE AL SISTEMA DI VINCOLAMENTO

N = carico verticale

M_t = momento trasversale

T_l = taglio longitudinale

T_t = taglio trasversale

AZIONI RELATIVE AL SINGOLO DISPOSITIVO DI APPOGGIO

$V_{max} = N/n + M_t/W_{t^*}$; *A carico verticale massimo

$V_{min} = N/n - M_t/W_{t^*}$; *A carico verticale minimo

$H_l = T_l/na_{apl}$; taglio longitudinale

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$H_t = T_t/n_{apt}$; taglio trasversale

	COMB DI CARICO	N(kN)	MI(kNm)	Mt(kNm)	TI(kNm)	Tt(kN)
STR SLU A1	U1a	3226.32	74.21	709.20	669.60	247.95
	U1b	4556.40	104.80	709.20	669.60	247.95
	U1c	5616.44	129.18	7595.81	669.60	294.45
	U1d	6872.84	158.08	7595.81	669.60	294.45
	U2a	6396.23	147.11	9423.99	669.60	176.67
	U2b	7652.63	176.01	9423.99	669.60	176.67
	U3a	5616.44	129.18	7200.05	1193.27	176.67
	U3b	6872.84	158.08	7200.05	1193.27	176.67
	U4a	5616.44	129.18	7574.81	669.60	284.67
	U4b	6872.84	158.08	7574.81	669.60	284.67
	U5a	5616.44	129.18	7200.05	1116.00	176.67
	U5b	6872.84	158.08	7200.05	1116.00	176.67
GEO SLU A2	U1	3238.60	74.49	614.64	558.00	214.89
	U2	5356.91	123.21	6482.74	558.00	255.19
	U3	6022.03	138.51	8036.64	558.00	153.11
	U4	5356.91	123.21	6139.75	1004.09	153.11
	U5	5356.91	123.21	6458.99	558.00	245.11
	U6	5356.91	123.21	6139.75	930.00	153.11
RARE	A1	3238.60	74.49	472.80	558.00	165.30
	A1b	5104.63	117.41	5565.35	558.00	196.30
	A2	5678.00	130.59	6936.76	558.00	117.78
	A3	5104.63	117.41	5301.51	945.90	117.78
	A4	5104.63	117.41	5579.11	558.00	197.78
	A5	5104.63	117.41	5301.51	930.00	117.78
FREQUENTI	Fr1	3238.60	74.49	94.56	558.00	33.06
	Fr2	5104.63	117.41	4905.75	558.00	0.00
	Fr3	3384.50	77.84	0.00	558.00	0.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

QUASI PERMANENTE	Q.P.1	3384.50	77.84	0.00	465.00	0.00
	Q.P.2	3238.60	74.49	0.00	465.00	0.00

Di seguito si riporta il riepilogo delle azioni significative sul singolo appoggio.

COMB DI CARICO	Vmax(kN)	Vmin(kN)	HI(kN)	Ht(kN)
Fondamentale A1	3300.00	1801.75	397.76	98.15
Fondamentale A2	2646.18	1368.50	334.70	85.06
Rara	2444.08	1341.25	315.30	65.93
Frequente	2091.51	1311.58	186.00	11.02
Quasi Permanente	1128.17	1128.17	155.00	0.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8. ANALISI STATICA APPOGGI PILA 2

In corrispondenza della Pila 2 la larghezza dell'impalcato è maggiore rispetto a quella riscontrabile in corrispondenza della Pila 1. Il calcolo, eseguito con riferimento alla Pila 2, viene quindi esteso cautelativamente anche ai dispositivi presenti sulla Pila 1.

8.1 DATI RELATIVI ALL'IMPALCATO

Dati generali dell'impalcato

Di seguito si elencano i dati relativi all'impalcato utilizzati per il calcolo delle azioni verticali e orizzontali trasmesse alla pila.

Larghezza carreggiata	12.27 m
Larghezza pavimentazione	12.27 m
Larghezza cordolo 1	1.00 m
Larghezza cordolo 2	1.00 m
Spessore medio soletta	0.32 m
Spessore pavimentazione	0.10 m
Spessore medio cordoli	0.15 m
Altezza travi	2.85 m
Peso travi in acciaio	3.00 kN/m ²
Altezza baggioli	0.15 m
Altezza appoggi	0.15 m
Peso pavimentazione	3.00 kN/m ²
Peso della singola barriera ed eventuale fonoassorbente	3.00 kN/m
Lunghezza di afferenza alla Pila 2	61.11 m

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Lunghezza totale impalcato 152.28 m

Numero dei dispositivi di appoggio 3.00

Raggio di curvatura 500.00 m

Azioni trasmesse dall'impalcato

Pesi permanenti

Si riportano i pesi permanenti lineari dei diversi elementi dell'impalcato, calcolati in base ai dati definiti in precedenza.

Peso travi 42.69 kN/m

Peso soletta 113.84 kN/m

Peso pavimentazione 36.69 kN/m

Peso dei cordoli 7.5 kN/m

Peso barriere di sicurezza 6 kN/m

Peso permanente lineare assunto 206.72 kN/m

La quota parte del peso permanente totale che grava sulla pila 2 è pari al peso permanente lineare assunto moltiplicato per la lunghezza di afferenza definita in precedenza.

Peso afferente alla pila 2 12858 kN

Cedimenti vincolari

Come specificato al 5.1.3.2 del D.M. 14/01/2008 ai fini del calcolo delle sollecitazioni e quindi delle verifiche strutturali si devono considerare anche gli effetti di possibili cedimenti vincolari. Questi vengono valutati pari a 1/5000 della luce afferente.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cedimenti vincolari pile $61.11 \text{ m}/5000 = 0.0122 \text{ m}$

Cedimenti vincolari pile $15.03 \text{ m}/5000 = 0.002992 \text{ m}$

Carichi accidentali

Le reazioni vincolari sulla pila vengono valutate attraverso un modello monofilare agli elementi finiti costituito da elementi beam. E' applicato lo schema di carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi in tandem applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40m e da carichi uniformemente distribuiti.

Le reazioni vincolari della trave continua in corrispondenza della pila vengono valutate disponendo gli assi dei carichi concentrati in corrispondenza della pila in modo da massimizzare la reazione verticale sulla pila stessa.

Si riporta il riepilogo dell'analisi dei carichi accidentali effettuata.

Categoria ponte	1
Larghezza della carreggiata w	12.27 m
Lunghezza corsia convenzionale	3.00 m
Numero di corsie convenzionali	4.00
Larghezza della zona rimanente w_r	0.27 m

Corsia numero 1

Q_{1k}	300.00 kN
q_{1k}	9.00 kN/m ²

Corsia numero 2

Q_{2k}	200.00 kN
q_{2k}	2.50 kN/m ²

Corsia numero 3

Codice documento:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Q_{3k}	100.00 kN
q_{3k}	2.50 kN/m ²
Altre corsie e zona rimanente	2.50 kN/m ²
Folla	2.50 kN/m ²

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo. Il numero di colonne di carico prese in considerazione è quello che determina le condizioni più sfavorevoli per la pila 2.

Le reazioni sulla pila 2 dovute ad ogni singola colonna di carico e la reazione totale dei carichi accidentali da traffico con la relativa eccentricità trasversale, calcolata rispetto all'asse dell'impalcato sono le seguenti:

Reazione 1° colonna di carico	2388.93 kN
Reazione 2° colonna di carico	896.65 kN
Reazione 3° colonna di carico	696.89 kN
Reazione altre corsie e zona rimanente	536.89 kN
Reazione folla	165.71 kN
	<hr/>
R_{acc}	4685.07 kN
Eccentricità trasversale di R_{acc}	2.59 m

Le reazioni distinte fra carichi concentrati R_Q e carichi uniformemente distribuiti R_q , con le rispettive eccentricità, sono riassunte di seguito:

R_Q	1200.00 kN
R_q	3485.07 kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Eccentricità trasversale con cui è applicato R_Q 2.62 m

Eccentricità trasversale con cui è applicato R_q 2.04 m

Azioni orizzontali trasversali

AZIONE DEL VENTO

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto nelle direzioni più sfavorevoli per le pile.

La pressione cinetica del vento è calcolata secondo quanto stabilito dalla normativa. Il calcolo è riportato di seguito:

Zona vento = 2

$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$; $a_0 = 750 \text{ m}$; $k_a = 0.015 \text{ 1/s}$

Classe di rugosità del terreno: C

Categoria esposizione : tipo III

$K_r = 0.2 \text{ m/s}$; $z_0 = 0.1 \text{ m}$; $z_{min} = 5 \text{ m}$

Velocità di riferimento (tempo di ritorno 100 anni) = 26 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 0.423 kN/

Coefficiente di forma (C_p) = 1

Coefficiente dinamico (C_d) = 1

Coefficiente di esposizione topografico (C_t) = 1

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2.32

Pressione del vento ($p = q_b * C_b * C_p * C_d$) = 0.93 kN/

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Per la determinazione delle azioni del vento si considerano le due distinte situazioni di ponte carico e ponte scarico.

Superficie esposta al vento a ponte scarico	819.28 m ²
Azione del vento a ponte scarico	762.00 kN
Applicata a quota rispetto base appoggi	2.86 m

Superficie esposta al vento a ponte carico	973.30 m ²
Azione del vento a ponte carico	905.15 kN
Applicata a quota rispetto base appoggi	3.36 m

L'azione trasversale del vento si ripartisce fra spalle e pile in base alle relative rigidezze alla traslazione orizzontale. La quota parte di tale azione che agisce sulla pila 2 è funzione del rapporto fra la rigidezza degli isolatori disposti su tale pila e la rigidezza totale del sistema di isolamento del ponte in direzione trasversale.

Azione del vento a ponte scarico agente sulla pila 2 =

Azione del vento a ponte carico agente sulla pila 2 =

AZIONE CENTRIFUGA

Il ponte in corrispondenza della spalla B presenta asse curvilineo con raggio di curvatura $R=500.0$ m. L'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in tabella 5.1.III al paragrafo 5.1.3.5 delle NTC2008.

1° colonna di carico

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

2° colonna di carico

3° colonna di carico

Azione centrifuga 1° colonna di carico	48 kN
--	-------

Azione centrifuga 2° colonna di carico	32 kN
--	-------

Azione centrifuga 3° colonna di carico	16 kN
--	-------

Azione totale	80 kN
---------------	-------

Applicata a quota rispetto base appoggi	3.47 m
---	--------

Il carico concentrato è applicato al livello della pavimentazione stradale e agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Azioni orizzontali longitudinali

Poiché sulle pile sono presenti dispositivi di appoggio di tipo elastomerico con slitta longitudinale, mentre sulle spalle vi sono appoggi elastomerici fissi, le azioni longitudinali si ripartiscono fra le sole spalle.

Azione di frenamento sulla pila 2	0.00 kN
-----------------------------------	---------

Azione elastica (dovuta alla variazione termica)	0.00 kN
--	---------

applicata in corrispondenza degli appoggi sulla pila 2.

L'unica azione longitudinale agente sulle pile è dovuta all'attrito. Il coefficiente di attrito si calcola facendo riferimento alla norma UNI EN 1337-2, in particolare alla formula B1 (Appendice B) sotto riportata:

dove:

$k=1$ per accoppiamento acciaio austenico e cromo

$k=1,5$ per accoppiamento con lega di alluminio

Codice documento:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

: pressione di contatto sul PTFE (politetrafluoroetilene)

Per ogni combinazione di carico si procede al calcolo di μ che moltiplicato per i carichi verticali agenti fornisce il valore dell'azione longitudinale associata all'attrito.

8.2 AZIONI SUI DISPOSITIVI DI APPOGGIO

Caratteristiche geometrico-inerziali degli apparecchi di appoggio

Si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche degli apparecchi di appoggio della pila.

Numero di appoggi sulla pila n_{ap}	3.00
Numero di appoggi che reagiscono longitudinalmente n_{apl}	0.00
Numero di appoggi che reagiscono trasversalmente n_{apt}	3.00
Interasse appoggi	2.75 m
Momento d'inerzia	7.66 m ⁴
Modulo di resistenza appoggio più sollecitato	2.43 m ³

Azioni elementari sugli appoggi

Nella tabella vengono riassunte le azioni presenti sul sistema di vincolamento.

CONDIZIONE ELEMENTARE			N(kN)	MI(kNm)	Mt(kNm)	TI(kN)	Tt(kN)
IMPALCATO							
Peso permanente	g		12858.00				
Accidentali Q_k (Assi concentrati)	Q_1		1200.00		3144.00		
Accidentali q_k (Carichi distribuiti)	q_1		3485.07		7109.54		
Frenatura	q_3			0.00		0.00	
Azione centrifuga	q_4				277.6		80.00
Vento su impalcato carico	q_5				659.6		196.3
Vento su impalcato scarico	q_5				472.8		165.3
Azione di attrito	q_7						
Azione elastica	q_7			0.00		0.00	
Cedimento vincolare			162.6 (com)				
			185.9 (traz)				

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico sono state determinate in riferimento al par. 5.1.3.12 e 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I carichi variabili sono stati suddivisi in carichi da traffico, vento e resistenza passiva dei vincoli; di conseguenza, le combinazioni sono state generate assumendo alternativamente ciascuno dei tre suddetti carichi come azione variabile di base. Inoltre, come indicato nella tabella 5.1.IV, sono stati identificati tre gruppi di azioni caratteristiche, corrispondenti rispettivamente ai carichi verticali, alla forza di frenamento e alla forza centrifuga.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa delle combinazioni di carico prese in considerazione per le verifiche degli elementi della pila:

		Q1	q3	q4	q5	q5	q6	q6	q7	q9	ε4	
		g1,g 2	(traffico)	(fren)	(centr)	(vento scar)	(vento car)	(sisma L)	(sisma T)	(parass- ΔT)	(urto)	(cedimento)
STR A1	U1a	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	-1.2
	U1b	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
	U1c	1.00	1.01	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.72	0.00	0
	U1d	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
	U2a	1.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	0
	U2b	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
	U3a	1.00	1.01	1.35	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	0
	U3b	1.35	1.01	1.35	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
	U4a	1.00	1.01	0.00	1.35	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	0
	U4b	1.35	1.01	0.00	1.35	0.00	0.90	0.00	0.00	0.72	0.00	1.2
U5a	1.00	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	1.2	0.00	0	
U5b	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	1.2	0.00	1.2	
GEO A2	U1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-1
	U2	1.00	0.86	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U3	1.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U4	1.00	0.86	1.15	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U5	1.00	0.86	0.00	1.15	0.00	0.78	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	U6	1.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	1	0.00	1

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

SLE	A1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	-1
	A1b	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A3	1.00	0.75	1.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A4	1.00	0.75	0.00	1.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	1
	A5	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	1
	F1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-1
	F2	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	F3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	1
	QP1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1
	QP2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	-1

Sollecitazioni sugli appoggi

Nelle tabelle successive vengono specificati, per ciascuna delle combinazioni di carico descritte, i valori assunti dalle seguenti componenti di sollecitazione:

AZIONI RELATIVE AL SISTEMA DI VINCOLAMENTO

N = carico verticale

M_t = momento trasversale

T_l = taglio longitudinale

T_t = taglio trasversale

AZIONI RELATIVE AL SINGOLO DISPOSITIVO DI APPOGGIO

$V_{max} = N/n + M_t/W_t$; *A carico verticale massimo

$V_{min} = N/n - M_t/W_t$; *A carico verticale minimo

$H_l = T_l/n_{apl}$; taglio longitudinale

$H_t = T_t/n_{apt}$; taglio trasversale

COMB DI CARICO	N(kN)	Mt(kNm)	Tl(kNm)	Tt(kN)	Vmax(kN)	Vmin(kN)	Hl(kN)	Ht(kN)
U1a	12634.92	709.20	760.74	247.95	4358.47	4064.81	253.58	82.65

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

U1b	17553.42	709.20	885.19	247.95	5997.97	5704.31	295.06	82.65
U1c	17589.92	11345.48	885.96	294.45	8212.27	3514.35	295.32	98.15
U1d	22285.34	11345.48	971.92	294.45	9777.41	5079.49	323.97	98.15
U2a	19182.84	14435.92	917.96	176.67	9383.08	3405.48	305.99	58.89
U2b	23878.26	14435.92	996.06	176.67	10948.22	4970.62	332.02	58.89
U3a	17589.92	10949.72	885.96	176.67	8130.33	3596.29	295.32	58.89
U3b	22285.34	10949.72	971.92	176.67	9695.47	5161.43	323.97	58.89
U4a	17589.92	11324.48	885.96	284.67	8207.92	3518.70	295.32	94.89
U4b	22285.34	11324.48	971.92	284.67	9773.06	5083.84	323.97	94.89
U5a	17589.92	10949.72	885.96	176.67	8130.33	3596.29	295.32	58.89
U5b	22285.34	10949.72	971.92	176.67	9695.47	5161.43	323.97	58.89
U1	12672.10	614.64	761.86	214.89	4351.29	4096.78	253.95	71.63
U2	17049.76	9675.52	874.34	255.19	7686.47	3680.04	291.45	85.06
U3	18408.43	12306.06	902.81	153.11	8683.98	3588.31	300.94	51.04
U4	17049.76	9332.53	874.34	153.11	7615.45	3751.05	291.45	51.04
U5	17049.76	9651.77	874.34	245.11	7681.55	3684.96	291.45	81.70
U6	17049.76	9332.53	874.34	153.11	7615.45	3751.05	291.45	51.04
A1	12672.10	472.80	761.86	165.30	4321.92	4126.15	253.95	55.10
A1b	16534.40	8349.76	862.84	196.30	7240.20	3782.74	287.61	65.43
A2	17705.67	10649.30	888.40	117.78	8106.71	3697.07	296.13	39.26
A3	16534.40	8085.92	862.84	117.78	7185.57	3837.37	287.61	39.26
A4	16534.40	8363.52	862.84	197.78	7243.04	3779.89	287.61	65.93
A5	16534.40	8085.92	862.84	117.78	7185.57	3837.37	287.61	39.26
Fr1	12672.10	94.56	761.86	33.06	4243.61	4204.46	253.95	11.02
Fr2	16534.40	7690.16	862.84	0.00	7103.63	3919.30	287.61	0.00
Fr3	13020.60	0.00	772.22	0.00	4340.20	4340.20	257.41	0.00
Q.P.1	13020.60	0.00	772.22	0.00	4340.20	4340.20	257.41	0.00
Q.P.2	12672.10	0.00	761.86	0.00	4224.03	4224.03	253.95	0.00

Di seguito si riporta il riepilogo delle azioni significative sul singolo appoggio.

Codice documento:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SISTEMA DI ISOLAMENTO SISMICO.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

COMB DI CARICO	Vmax(kN)	Vmin(kN)	HI(kN)	Ht(kN)
Fondamentale A1	10948.22	5704.31	332.02	98.15
Fondamentale A2	8683.98	4096.78	300.94	85.06
Rara	8106.71	4126.15	296.13	65.93
Frequente	7103.63	4340.20	287.61	11.02
Quasi Permanente	4340.20	4340.20	257.41	0.00