

AUTOSTRADA A23 UDINE - CARNIA - TREVISO

TRONCO: UDINE - CARNIA - TREVISO (CONFINO DI STATO)
VIADOTTI GRUPPO A

ELABORATI DI FORNITURA E POSA DI RITEGNI SISMICI

INTERVENTO DI SOSTITUZIONE RITEGNI SISMICI

DISCIPLINARE TECNICO PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA DI RITEGNI
SISMICI LONGITUDINALI PER I VIADOTTI VALLONE, SLIZZA 2, SLIZZA 3
E COCCAU DELL'AUTOSTRADA A23 CON STIMA VALORI

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Francesco Rendace
Ord. Ingg. Cosenza N. 2485



IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Lucio Ferretti Torricelli
Ord. Ingg. Brescia N. 2188

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Massimiliano Giacobbi
Ord. Ingg. Milano N. 20746

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
560903											SCALA

 	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE			
									n.	data		
									0	FEBBRAIO 2019		
									1	-		
	REDATTO:					VERIFICATO:					2	-
											3	-
4											-	

			VISTO DEL COMMITTENTE			VISTO DEL CONCEDENTE		
								
						Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>		



Commessa N. 560903
Incarico N. 400005604

Dr. Ing. Renzo Medeot

**DISCIPLINARE TECNICO PER LA FORNITURA E LA POSA IN OPERA DI
RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI PER I VIADOTTI
VALLONE, SLIZZA 2, SLIZZA 3 E COCCAU DELL'AUTOSTRADA A23**

Nota Tecnica

Documento N. 026- Rev. 4

10 gennaio 2019

1 Premessa

I Viadotti citati in epigrafe ricadono nel tratto Carnia – Confine di Stato dell'Autostrada A23 e sono stati costruiti negli anni '80 del secolo scorso, che hanno visto sorgere, svilupparsi e consolidarsi in Italia l'ingegneria sismica per strutture da ponte.

Grazie all'esperienza maturata nel primo tratto della stessa A23 con il Viadotto di Somplago, che rappresenta la prima struttura da ponte al mondo ad essere stata concepita sin dalle prime fasi del progetto (1974) secondo l'approccio progettuale dell'isolamento sismico, l'equipe di ingegneri Autostrade-SPEA affrontò il progetto dei ponti ricadenti nel tratto successivo mediante strategie progettuali rivoluzionarie per quei tempi e comprensive di quasi tutti i moderni requisiti antisismici.

Tuttavia, la mancanza all'epoca di norme di riferimento e di laboratori capaci di eseguire prove dinamiche in scala reale ha consentito l'impiego di dispositivi che, alla luce delle moderne conoscenze e nel rispetto delle vigenti Norme Europee, non sempre sono adeguati ad assicurare alle strutture la necessaria protezione dai "terremoti di progetto" di quelle aree.

Pertanto la Società Autostrade per l'Italia (ASPI) ha da tempo avviato nella sua rete una campagna volta all'accertamento della funzionalità dei dispositivi antisismici ed alla loro manutenzione o sostituzione.

Finora è stata raccolta una mole considerevole di dati tecnici che costituiscono la base per l'elaborazione di progetti esecutivi volti all'adeguamento sismico delle opere d'arte dell'intera sua rete. Questa gara d'appalto rientra in uno di questi progetti esecutivi.

L'unico aspetto comune a tutti i viadotti isolati della A23 (con la sola eccezione dello Slizza 3) è lo schema di vincolo, mutuato da quello del Viadotto Somplago, che prevede nelle condizioni di servizio un punto "fisso" in una sola spalla (quella più a valle) realizzato con opportuni ritegni longitudinali ed apparecchi d'appoggio guidati in tutte le altre posizioni.

Durante un terremoto i ritegni si deformano secondo una curva caratteristica Forza-deformazione ben definita e la loro rigidezza determina il periodo naturale di oscillazione della massa isolata (l'impalcato).

Per le quattro opere elencate in epigrafe sono state adottate a suo tempo strategie progettuali e tipologie costruttive molto differenti tra di loro, che hanno a loro volta portato all'installazione di ritegni antisismici basati su principi di funzionamento e costruiti con materiali molto dissimili tra di loro.

Sulla scorta della documentazione esistente, dei rilievi sul posto ed alla luce delle moderne conoscenze, mediante analisi dinamiche è stato possibile ricostruire

analiticamente il quadro originario e valutare la validità delle soluzioni a suo tempo adottate.

Anche utilizzando l'attuale input sismico allo Stato Limite di Collasso (SLC), ben diverso da quello in vigore nei primi anni '80 del secolo scorso, si è riusciti a dimostrare che i sistemi d'isolamento, se avessero mantenuto nel tempo le loro caratteristiche originarie, sarebbero riusciti a garantire nella direzione longitudinale un adeguato livello di protezione alle strutture esaminate.

Si impone quindi la loro sostituzione con dispositivi di moderna concezione, che dovranno possedere, per ciascun viadotto, i requisiti specificati per ciascuna opera d'arte.

Nel seguito del presente documento, la ditta incaricata sarà designata come la "Commissionaria".

2 Oggetto dell'incarico

L'incarico conferito alla Commissione comprende la fornitura di N. 15 ritegni sismici longitudinali e la loro posa in opera nelle sedi derivanti dalla rimozione dei dispositivi esistenti.

Saranno a carico della Commissione tutte le prestazioni, forniture ed oneri occorrenti per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo quanto prescritto nel presente disciplinare, nei disegni e nelle distinte allegate.

In particolare, oltre alla fornitura e posa in opera dei ritegni, saranno a carico della Commissione i seguenti oneri :

- a)** La redazione dei disegni di assieme quotati e le verifiche statiche e dinamiche delle singole parti componenti, come precisato nel seguito alla Sezione 3.
- b)** Tutti gli oneri inerenti:
 - al collaudo tecnologico dei materiali,
 - alle prove di tipo (qualificazione)
 - alle prove di controllo di produzione in stabilimento dei dispositivi usati nel progetto ed al loro funzionamento in esercizio, secondo le Norme citate nella Sezione 3, le prescrizioni del presente disciplinare e le disposizioni della Direzione Lavori.
- c)** Imballaggio e trasporto degli apparecchi fino al cantiere d'impiego, con i rischi connessi.
- d)** Il blocco provvisorio dell'impalcato durante le operazioni di sostituzione dei ritegni con una procedura approvata dalla Direzione Lavori
- e)** La verifica delle sedi derivanti dalla rimozione dei dispositivi esistenti

- f) La pre-regolazione degli apparecchi, da eseguire secondo le istruzioni della Direzione Lavori con attrezzature della Commissionaria
- g) Il collegamento degli apparecchi alle strutture del ponte utilizzando gli esistenti sistemi di ancoraggio
- h) Nel caso si rendesse necessaria l'esecuzione di lavori in condizioni ambientali sfavorevoli (es. pioggia, temperatura bassa, etc.), previo parere della Direzione Lavori, la Commissionaria sarà tenuta ad applicare, a sua cura e spese tutti gli accorgimenti necessari per assicurare la perfetta riuscita dei lavori (es. formazione di protezioni, impianti di riscaldamento, ecc.).
- i) L'adozione dei dispositivi di sicurezza stabiliti dalla legge in ogni fase dei lavori, nonché lo svolgimento delle pratiche per ottenere le necessarie autorizzazioni.
- j) Manutenzione ordinaria e straordinaria, a richiesta della Società Committente, nel periodo di garanzia, la cui durata viene stabilita nel termine di anni 6 (sei) a partire dalla data di ultimazione della posa in opera, risultante da apposito verbale. Sarà particolarmente oggetto di manutenzione il trattamento anticorrosivo, nonché la verifica degli attacchi e delle sedi ed eventualmente, il ripristino con mezzi idonei.

3 Requisiti generali

Questo disciplinare fornisce per i ritegni sismici (*) i requisiti generali ed anche quelli particolari di ciascun viadotto in termini prestazionali, senza cioè individuare la tipologia dei ritegni stessi, che sarà liberamente scelta dalla Commissionaria tra quelle di sua produzione.

Con l'eccezione delle tolleranze sulla simmetria del 3° ciclo della forza di reazione, i ritegni saranno conformi alla Norma UNI EN 15129: *Dispositivi antisismici : 2009*, ponendo particolare attenzione alla Sezione 4 - *Regole generali di progetto* ed alla sezione di pertinenza del tipo di dispositivo offerto.

Per l'ottenimento delle prestazioni specificate in questo Disciplinare è consentita la combinazione di dispositivi di tipologia e principi di funzionamento diversi.

Pertanto la Commissionaria, in funzione della tipologia proposta, dovrà riferirsi ad una o più delle seguenti sezioni della Norma:

6 - Dispositivi dipendenti dallo spostamento

NOTA (*): L'espressione "ritegno sismico" non compare nella Norma di riferimento UNI EN 15129: 2018, in quanto quest'ultima è stata redatta con criteri orientati alle prestazioni e non ai prodotti (Performance-oriented Standard).

7 - Dispositivi dipendenti dalla velocità

5.3 - Dispositivi di collegamento temporaneo

Con riferimento alla succitata Norma UNI EN 15129: *Dispositivi antisismici : 2009*, la tolleranza sulla simmetria sarà misurata:

- per i dispositivi dipendenti dallo spostamento facendo riferimento alla Sezione 6.4.4 *Prove di tipo sui dispositivi*, paragrafo a.- *Valutazione del ciclo forza-Spostamento* al 3° ciclo della serie di 10 cicli al 100 % del massimo spostamento.
- per i dispositivi dipendenti dalla velocità facendo riferimento alla Sezione 7.4.2.5 *Prova sulla legge costitutiva degli smorzatori a fluido viscoso* al 3° ciclo della serie di 3 cicli al 100 % della velocità massima di progetto.

La curva caratteristica del dispositivo, o della combinazione di dispositivi, sarà considerata simmetrica se risulta:

$$\frac{2 \times \left| |F^+| - |F^-| \right|}{|F^+| + |F^-|} \leq 0,05$$

dove: $|F^+|$ è il valore assoluto della massima reazione nel primo quadrante

$|F^-|$ è il valore assoluto della massima reazione nel terzo quadrante

Nel caso di utilizzo di elementi elastomerici, la deformazione al taglio, $\epsilon_{q,max}$ dovuta al massimo spostamento orizzontale di progetto d_d , deve essere minore di 2,0 e la pressione di contatto con le piastre di supporto in acciaio sarà sempre superiore ad 1,5 MPa.

Si dovranno mantenere gli schemi di vincolo dei progetti originari e per i collegamenti si utilizzeranno gli esistenti sistemi di ancoraggio, che nel caso di elementi strutturali in calcestruzzo terminano con bussole filettate, ovvero con fori passanti nelle piattabande verticali frontali per gli impalcati in acciaio.

In caso di aggiudicazione la Commissionaria presenterà alla Committente disegni di assieme quotati.

Nei suddetti elaborati saranno precisate, per ciascuna parte costituente gli apparecchi, qualità e classe dei materiali, tipo di lavorazione e grado di finitura. Sarà inoltre dichiarato il peso delle singole parti e quello totale del dispositivo.

Per le eventuali parti in composizione saldata saranno definite le dimensioni dei cordoni e le tecnologie di saldatura.

La commissionaria presenterà una documentazione che comprovi la propria capacità a fabbricare i dispositivi proposti, assieme a risultati di prove sperimentali su dispositivi simili.

L'offerta dovrà contenere una dichiarazione che i dispositivi indicati nella stessa possiedono un ingombro compatibile con gli spazi resi liberi dalla rimozione del precedente ritegno.

4 Requisiti particolari

Qui di seguito vengono elencate e brevemente descritte le opere d'arte nelle quali verranno installati i nuovi ritegni, fornendo per ciascuno di questi ultimi i requisiti prestazionali.

4.1 Viadotto Vallone

Il Viadotto Vallone dell'Autostrada A23, tratto Carnia – Confine di Stato, è stato inaugurato nel 1986 e comprende due distinte strutture per le vie di corsa Nord (DX) e Sud (SX).

Gli impalcati sono del tipo a travata continua con tracciato rettilineo, costituita da cassoni in acciaio.

La via di corsa Nord è costituita da tre campate per una lunghezza totale $L=222$ m, una massa $M=3716$ t e vi sono installati N. 3 ritegni di tipo elastico sulla spalla lato UD.

La via di corsa Sud comprende due campate per una lunghezza totale $L=162$ m, una massa $M=3133$ t. Sulla spalla lato UD sono installati N. 2 ritegni, sempre di tipo elastico.

Il Viadotto Vallone rappresenta uno dei quattro casi del succitato tratto autostradale in cui si sono installati dispositivi di ritegno di tipo elastico rapidamente incrudente (dischi di neoprene sollecitati a compressione), con scarsa capacità dissipativa.

La Tabella 1 qui sotto riporta le caratteristiche prestazionali essenziali per dimensionare ciascuno dei ritegni delle corsie Nord (N.3 ritegni) e Sud (N.2 ritegni).

*Tabella 1: Caratteristiche prestazionali essenziali di un singolo ritegno
del Viadotto Vallone*

Corsia	Spalla	N.	F_d	K_1	ξ_{eff}	d_d	v_d
			kN	kN/m	%	mm	m/s
Nord	UD	3	970 ± 100	$\geq 20\,000$	≥ 17	± 130	0,34
Sud	UD	2	1200 ± 120	$\geq 26\,000$	≥ 17	± 130	0,34

Legenda

N. = Numero di dispositivi montati sulla spalla lato Udine

F_d = reazione di progetto allo spostamento d_d

K_1 = rigidezza iniziale

ξ_{eff} = smorzamento viscoso equivalente

d_d = spostamento di progetto

v_d = velocità di progetto

4.2 Viadotto Slizza 2

Il Viadotto Slizza 2 comprende due distinte strutture per le vie di corsa Nord e Sud.

Gli impalcati sono del tipo a travata continua con tracciato curvilineo, costituita da cassoni in c.a. precompresso, ciascuno vincolato da un unico ritegno.

La documentazione esistente su quest'opera d'arte non comprende lo schema di vincolo ed i disegni dei dispositivi strutturali installati.

La via di Corsa Nord dello Slizza 2 comprende 4 campate da 40 m con una massa $M = 4480$ t, mentre quella Sud ne comprende 3, sempre della stessa luce ed una massa pari a $M = 3360$ t.

Lo schema di vincolo prevede un unico ritegno installato sulla spalla lato UD, con la funzione di agire da punto fisso durante le condizioni di servizio e di smorzatore durante un attacco sismico

Il ritegno sismico originario è del tipo elasto-plastico, nel quale il comportamento elastico è ottenuto mediante un disco in gomma inserito nel corpo cilindrico del dispositivo, il quale supporta sull'esterno una serie di elementi isteretici sagomati ad omega che determinano il comportamento plastico, disposti su tre corone con un arrangiamento serie/parallelo che consente di ottenere la reazione desiderata.

La Tabella 2 qui sotto riporta le caratteristiche prestazionali essenziali per dimensionare i nuovi ritegni delle corsie Nord e Sud (N.1 ritegno per ciascun a corsia).

Tabella 2: Caratteristiche prestazionali essenziali per i ritegni del Viadotto Slizza 2

	F_d	K_1	ξ_{eff}	d_d	v_d
	kN	kN/m	%	m	m/s
Corsia DX	2100 ± 210	≥ 36000	≥ 14	± 160	0,30
Corsia SX	1600 ± 160	≥ 28000	≥ 14	± 160	0,30

Per la Legenda si veda la Tabella 1.

4.3 Viadotto Slizza 3

Il Viadotto Slizza 3 è formato da due impalcati paralleli con tracciato curvilineo, uno per ogni senso di marcia, ciascuno a due campate eguali di m 80,00 di luce, per una lunghezza complessiva degli impalcati pari a 162 m .

Gli impalcati del viadotto in esame sono formati da una travata continua in sistema composto acciaio-calcestruzzo per ciascuna delle due carreggiate.

La travata portante è formata da un guscio trapezio in lamiera d'acciaio irrigidita mediante la soprastante soletta in c.a. che forma così, unitamente al suddetto guscio trapezoidale metallico, una travata continua a cassone.

La soletta è formata da lastre prefabbricate, atte a sostenere il getto successivo di completamento ed a collaborare con esso.

La trave portante in acciaio è formata, come accennato, da un cassone aperto, ma con controventatura superiore che conferisce alla struttura una notevole rigidità torsionale. Il sistema d'isolamento di ciascun ponte si compone di:

- N.2 ritegni antisismici, uno per ciascuna spalla, del tipo elastico non-lineare in elastomero, con curva caratteristica incrudente, simili a quelli del Viadotto Vallone
- N.6 apparecchi d'appoggio

È importante segnalare che è parte integrante del sistema d'isolamento del viadotto anche la pila centrale alta 41 m, collegata all'impalcato mediante un appoggio fisso ed uno mobile trasversale, che vincolano la sommità della stessa a subire gli stessi spostamenti dell'impalcato, impegnandola ad agire quindi come una molla, che con la sua rigidità $K_p=18640$ kN/m contribuisce a determinare il periodo proprio dell'impalcato ed assicurare al suo ricentraggio.

Un'altra unicità di quest'opera consiste nel fatto che i ritegni antisismici sono disposti su ambedue le estremità di ciascun impalcato, creando così un sistema di vincolo "quasi iperstatico" in senso longitudinale, data l'elevata rigidità dei ritegni.

Questo sistema di vincolo è nettamente distinto da quello di tutti gli altri viadotti della A23, nei quali i ritegni sono installati su una sola spalla e le deformazioni termiche avvengono liberamente, mentre nel Viadotto Slizza 3 queste ultime inducono uno stato di coazione nell'impalcato, che si sommano alle azioni prodotte dal sisma, producendo un aumento considerevole delle forze scaricate sulle spalle.

Per ovviare a questa sfavorevole situazione, pur mantenendo lo stesso schema di vincolo originario, per la spalla lato Confine di Stato si è adottato un vincolo a comportamento essenzialmente elastico, rispondente alla definizione di "dispositivo

lineare” di cui al punto 3.1.27 della Norma UNI EN 15129: *Dispositivi antisismici : 2009*

Le sue caratteristiche saranno conformi alla Sezione 6.2 *Requisiti prestazionali* della suddetta Norma.

Detto dispositivo lineare dovrà assorbire dal 20% al 25% della forza massima complessiva trasmessa alle due spalle durante un terremoto di progetto.

La Tabella 3 qui sotto riporta le caratteristiche prestazionali essenziali dell'insieme dei due dispositivi installati sulle spalle dello stesso impalcato.

Tabella 3: Caratteristiche prestazionali essenziali dell'insieme dei due ritegni installati sulle due spalle di ciascuna delle due strutture del Viadotto Slizza 3

F_d	K_1	ξ_{eff}	d_d	v_d
kN	kN/m	%	mm	m/s
3570 ± 360	$\geq 120\,000$	≥ 18	± 80	0,38

Per la Legenda si veda la Tabella 1.

4.4 Viadotto Coccau

Il viadotto in oggetto è costituito da due impalcati separati, uno per via di corsa, staticamente indipendenti.

L'impalcato è costituito, sia in via destra, che in via sinistra da n° 17 campate.

La luce delle campate intermedie è di 40 m, mentre per quelle di riva è di 35 m , per un totale di 670 m.

La massa di ciascun impalcato è pari a $M = 17\,420$ t.

L'impalcato ha sezione scatolare con altezza di 2,40 m e larghezza di 13.23 m.

I ritegni sono montati solo su una spalla in numero di due per ciascun impalcato.

I ritegni sismici originali appartengono alla categoria degli elasto-plastici e sono simili a quelli del Viadotto Slizza 2.

La Tabella 4 qui sotto riporta le caratteristiche prestazionali essenziali per dimensionare ogni singolo nuovo ritegno.

Tabella 4: Caratteristiche prestazionali essenziali di ciascun ritegno del Viadotto Coccau

F_d	K_1	ξ_{eff}	d_d	v_d
kN	kN/m	%	m	m/s
2400 ± 240	$\geq 30\,000$	≥ 8	± 180	0,24

Per la Legenda si veda la Tabella 1.

5 Posa in opera

5.1 Verifica delle sedi predisposte

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, la Commissionaria dovrà verificare a sua cura e spese le sedi derivanti dalla rimozione degli esistenti ritegni.

La Commissionaria dovrà segnalare alla Direzione Lavori la presenza di eventuali ostacoli ed intralci che impediscano la corretta posa in opera dei propri dispositivi.

La planarità e la perpendicolarità delle sedi dovranno essere ripristinate dalla Commissionaria se presenteranno difetti superiori alla tolleranza indicata per ogni tipo di apparecchio fornito.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dalla Commissionaria alla Direzione Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che la Commissionaria ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

5.2 Collegamenti

Il collegamento degli apparecchi alle strutture del ponte sarà realizzato utilizzando le esistenti bussole filettate, ovvero i fori praticati sulle piattebande in conformità a quanto stabilito nei disegni d'insieme e negli elaborati costruttivi, nonché secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

E' a carico della Commissionaria la esecuzione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri inerenti (compresi quelli per il fissaggio e la pre-regolazione dei dispositivi)..

La Commissionaria provvederà inoltre alla fornitura e posa in opera di resine o malte per conguaglio e collegamento, nonché di dadi, controdadi, rosette, e quanto altro necessario per il fissaggio dei dispositivi.

6 Manutenzione

Sarà a carico della Commissionaria la manutenzione ordinaria e straordinaria dei dispositivi, che verranno eseguite a richiesta della Società Committente nel periodo di garanzia, la cui durata viene stabilita nel termine di anni 6 (sei) a partire dalla data di ultimazione della posa in opera degli apparecchi, risultante da apposito verbale.

Gli apparecchi dovranno essere realizzati in modo tale da consentire la manutenzione e ove necessario, la loro sostituzione.