



**DECRETO DEL PRESIDENTE
N. 135 DEL 12/07/2022**

OGGETTO

APPROVAZIONE PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP9 AL KM 6+100 TRA I COMUNI DI CASTELNOVO NÉ MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI RELATIVI A N. 6 CAMPATE E ALLA SPALLA DESTRA E CONTESTUALE ADEGUAMENTO DEL PIANO VIABILE

IL PRESIDENTE

Premesso che:

- il ponte sul fiume Secchia, lungo la SP9, al km 6+100, tra i Comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo, è costituito dalle seguenti 3 opere d'arte:
 - ✓ il ponte centrale con 5 campate in retto di luce 36.8 m;
 - ✓ 1 campata di approccio in curva in cemento armato sul lato nord di luce 16 m;
 - ✓ 2 campate di approccio in sud in cemento armato di luce 16 m;
- detto manufatto è composto da 2 spalle in cemento armato, tra le quali troviamo le 8 campate. La parte centrale del ponte è costituita da 4 travi precomprese a doppio T che hanno all'interno 8 cavi. Le travi sono collegate tra loro da cinque traversi uniformemente distribuiti e sorreggono una soletta in cemento armato di circa 22 cm. Le travi semplicemente appoggiate, hanno da un lato vincolo a carrello, talvolta sostituito da un disco elastomerico con lamiera di acciaio interposte e dall'altro lato della trave una cerniera, tutti in acciaio e scaricano su pile ad aste inclinate;
- il manufatto si trova su un'arteria stradale molto importante, poiché sullo stesso confluisce il traffico veicolare proveniente da est, ovvero dalla SP19 e diretto sulla SS63, come anche il traffico veicolare proveniente da sud, ovvero da Villa Minozzo fino a Civago e diretto sulla SS63 e viceversa;
- nella diagnostica eseguita sul manufatto, agli atti del Servizio, emerge che sono stati fatti dei saggi superficiali per valutare lo stato di degrado di tutti gli elementi strutturali del ponte, delle prove di carbonatazione, misurazione del diametro residuo delle armature ossidate, prove Sonreb, per valutare la resistenza del materiale, accompagnate da 10 prelievi di carote, e per queste ultime sono state eseguite sia prove di carbonatazione, che di compressione assiale;
- a seguito dei risultati emersi dalla campagna di indagini, il personale interno alla Provincia ha provveduto a stimare gli importi necessari per il ripristino e la messa in sicurezza del ponte;
- con Decreto del Ministero delle Infrastrutture n. 123 del 19/03/2020 "Finanziamento degli interventi relativi a programmi straordinari di manutenzione della rete viaria di province e città metropolitane. Integrazione al programma previsto dal decreto ministeriale del 16 febbraio 2018", sono stati assegnati ulteriori risorse all'Ente, di cui € 2.450.000,00, destinati al manufatto in parola, suddivisi nelle seguenti annualità:
 - ✓ € 450.000,00 per il 2021 ;
 - ✓ € 1.400.000,00 per il 2022;
 - ✓ € 600.000,00 per il 2023;
- il Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio ha, a suo tempo, redatto il Programma Quadriennale 2021-2024, ai sensi del citato D.M. 123 del 19.03.2020, composto, tra i diversi elaborati, dalla Tabella A "Elenco dettagliato degli interventi individuati - riepilogo manufatti", come approvati con Decreto Presidenziale n. 209 del

21/10/2020;

- tali interventi riguardano la messa in sicurezza di alcuni ponti situati in punti strategici della viabilità provinciale;
- in particolare si è previsto di intervenire sul ponte in argomento eseguendo un 1° lotto di intervento, già approvato con determinazione dirigenziale n. 1064 del 13/12/2021, nel quale sono previsti lavori di ripristino non più rinviabili ed urgenti, intervento denominato “SP9 al km 6+100 (messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia tra i Comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo - lavori relativi alla spalla sinistra e n. 2 campate adiacenti)”, di cui all'annualità 2021 - intervento codice 01616.20.RE, per la somma complessiva di € 450.000,00;
- l'annualità 2022 prevede l'intervento codice 01617.20.RE, relativo alla “MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP 9 AL KM 6+100 TRA I COMUNI DI CASTELNOVO NE' MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI RELATIVI A N. 6 CAMPATE E ALLA SPALLA DESTRA”, per la somma complessiva di € 1.400.000,00;
- l'annualità 2023 prevede l'intervento codice 01618.20.RE, relativo alla “MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP 9 AL KM 6+100 TRA I COMUNI DI CASTELNOVO NE' MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI DI ADEGUAMENTO DEL PIANO VIABILE”, per la somma complessiva di € 600.000,00;
- con le risorse a disposizione sulle annualità 2022 e 2023, è necessario:
 - ✓ Eseguire delle indagini geognostiche per caratterizzare in dettaglio i terreni sottostanti;
 - ✓ Eseguire delle indagini integrative sulle strutture al fine di caratterizzare eventuali parti non ancora indagate;
 - ✓ Eseguire la verifica di compatibilità idraulica;
 - ✓ Sostituire e/o ripristinare gli apparecchi di appoggio;
 - ✓ Effettuare il ripristino corticale del calcestruzzo ammalorato previa passivazione delle armature;
 - ✓ Impermeabilizzare la soletta e rifare il piano viabile;
 - ✓ Regimentare le acque di superficie;
 - ✓ Prevedere eventuali interventi di rinforzo strutturale atti al raggiungimento dell'adeguatezza ai carichi stradali e/o alla Condizione di Operatività di cui alle linee guida 2020;
 - ✓ Effettuare una valutazione della vulnerabilità sismica;
 - ✓ Aumentare l'indicatore di rischio sismico e contestualmente ridurre le future esigenze manutentive;

Considerato che:

- la spesa di cui sopra è finanziata con fondi del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, di cui al Decreto n. 123, del 19/03/2020, “Finanziamento degli interventi relativi a programmi straordinari di manutenzione della rete viaria di Province e Città

Metropolitane”, relativo alla realizzazione di interventi inerenti principalmente la sicurezza stradale, la tutela degli utenti deboli, la salvaguardia della pubblica incolumità, la riduzione della esposizione a rischio idro geologico, la riduzione del rischio da trasporto merci, inclusi i trasporti eccezionali, piano quadriennale autorizzato come da nota del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Registro Ufficiale prot. n. 351 del 14/01/2021 acquisita agli atti della Provincia prot. 806 del 15/01/2021;

- l'art. 6 comma 1 del Decreto n. 123, del 19/03/2020, che recita “Per le risorse previste dal presente decreto ministeriale le province e le città metropolitane certificano l'avvenuta realizzazione degli interventi entro il 31 dicembre successivo all'anno di riferimento, mediante apposita comunicazione al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti” e precisamente entro il 31/12/2023, l'annualità 2022 ed entro il 31/12/2024, l'annualità 2023 sopra citate;
- ravvisata l'opportunità di accorpate la progettazione degli interventi previsti nei lotti n. 2 e n. 3, per avere una definizione completa e congruente dell'intervento da attuare, con determinazione dirigenziale n. 136 del 17/02/2022, è stato affidato all'Ing. Salvatore Vera, legale rappresentante di Main Engineering S.r.l., con sede legale in via Carlo Levi 10, a Reggio Emilia – C.F. e P.IVA 02203390352, il servizio tecnico di progettazione di fattibilità tecnica ed economica, definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, direzione dei lavori, rilascio del certificato di regolare esecuzione e relazione a strutture ultimate, per l'intervento di “*messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i comuni di Castelnovo né Monti e Villa Minozzo - lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile*”;
- è stata condotta un'estesa campagna di indagine necessaria ad approfondire ulteriormente la conoscenza del manufatto e le sue condizioni al contorno e precisamente:
 - ✓ Prove e Indagini sui materiali eseguite dalla ditta Experimentations s.r.l che risulta aggiudicataria della procedura negoziata dell'accordo quadro relativo con determinazione dirigenziale n. 498 del 29/06/2021, CIG 8701964FD9:
 - Prelievi di barre di armatura per esecuzione di prove di Laboratorio 7
 - Misura della profondità di carbonatazione 11
 - Misura della durezza dell'acciaio tramite sclerometro di Leeb 15
 - Saggi ispettivi per controllo visivo cavi di precompressione 2
 - Saggi ispettivi per controllo visivo cavi di armatura lenta 2
 - Scansioni per tracciamento dei cavi di precompressione 10
 - Prova ecometrica su palo di fondazione 1
 - Prove di carico dinamico 3
 - I risultati possono essere così sintetizzati;
 - Le barre di armatura lenta possono essere classificate come FeB44K e quelle non esposte non risultano corrose
 - Le armature di precompressione corrispondono al progetto e sono in buone condizioni di conservazione e protezione dalla corrosione
 - Il palo saggiato corrisponde al progetto (diametro 100 cm lunghezza 16m)
 - Il comportamento dinamico degli impalcati ne attesta la rigidità nel piano con frequenze fondamentali dell'ordine di 3-5 Hz nelle tre direzioni principali;

- ✓ Redazione della relazione geologica, comprensiva delle prove e l'interpretazione dei dati dalla ditta Geodis s.r.l che risulta affidataria del relativo servizio con determinazione dirigenziale n. 313 del 01/04/2022:
 - una perforazione di sondaggio a carotaggio continuo tra le pile 4 e 5, con esecuzione di prove in foro SPT, spinta fino a 18m di profondità;
 - indagine geofisica mediante una prova MASW e due prove geofisiche HVSR;
 - indagine geofisica mediante una prova Down Hole nel foro di sondaggio opportunamente attrezzato;
 - determinazione di parametri sito specifici:
 - Prelievo di n.1 campione indisturbato sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico;
 - Prelievo di n.2 campioni disturbati sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico;
 - dal punto di vista sismico è stata stimata mediante le prove geofisiche una $V_{s30} = 345$ m/s che, considerando la presenza del substrato ($V_s > 800$ m/s) a meno di 30m di profondità conduce alla classificazione sismica del sottosuolo nella categoria E;
 - la categoria topografica è T1;
 - le verifiche effettuate escludono la possibilità di liquefazione;
- la conoscenza del manufatto e delle sue condizioni al contorno è una “*conditio sine qua non*” per poter progettare un intervento risolutivo di tutte le sue possibili problematiche, e così ottimizzare le risorse a disposizione;
- sono state verificate le condizioni di sicurezza del ponte rispetto al fenomeno dello scalzamento anche denominato erosione del fondo che tende a scoprire i pali di fondazione, inoltre è stato calcolato il valore della spinta idrodinamica in condizioni di piena con $T_r = 200$ anni, ed infine è stato verificato il franco idraulico che risulta essere superiore al valore minimo di 1,50 m stabilito dal cap. 5.1.2.3 delle NTC 2018. Inoltre, sono state eseguite le prime valutazioni riguardo la portata del ponte che risulta adeguato ai sensi delle LLGG 2020, ed infine è stata eseguita una verifica di vulnerabilità sismica che ha prodotto dei risultati che non consentono una valutazione positiva, in quanto è emerso che per la particolare conformazione strutturale delle pile le stesse vanno in crisi nella zona dei cavalletti, ed è stato rilevato un indicatore di rischio sismico per lo SLV, pari a 0,32;

Preso atto che:

- in data 15/06/2022 - Prot. n. 0016475, è stata comunicata a mezzo pec, la consegna dei seguenti elaborati del progetto di fattibilità tecnica ed economica, con i requisiti di cui all'art. 23, comma 5, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.:

ELABORATI DESCRITTIVI

- D.00 - Progetto di fattibilità tecnico economica - Elenco Elaborati
- D.01 - Relazione illustrativa - valutazione delle alternative
- D.02 - Relazione geologica
- D.03 - Relazione indagini in sito su strutture e materiali (campagne 2019-2022)

- D.04 - Relazione tecnica di vulnerabilità strutturale e sismica (stato di fatto e ipotesi di miglioramento)
- D.05 - Studio preliminare di compatibilità idraulica
- D.06 - Studio di prefattibilità ambientale
- D.07 - Prime indicazioni e misure per la stesura dei piani di sicurezza (PSC e n.4 allegati)
- D.08 - Cronoprogramma (n. 2 alternative)
- D.09 - Computo metrico estimativo (n. 2 alternative)
- D.10 - Elenco prezzi unitari (n. 2 alternative)
- D.11 - Stima dell'incidenza della manodopera (n. 2 alternative)
- D.12 - Quadro economico di progetto (n. 2 alternative)

ELABORATI GRAFICI

- G.01 - Inquadramento territoriale
 - G.02 - Rilievi topografici e laser scanner
 - G.03 - Elaborati grafici dello stato attuale delle strutture (n. 5 tavole)
 - G.04 - Elaborati grafici di inquadramento degli interventi – Versione A (n. 2 tavole)
 - G.05 - Elaborati grafici di inquadramento degli interventi – Versione B (n. 2 tavole)
 - LO.01 - Layout di cantiere
- negli elaborati del progetto di cui sopra il progettista, su indicazione del Responsabile Unico del Procedimento, ha previsto 2 soluzioni progettuali, in modo tale da poter scegliere quale percorso progettuale intraprendere per l'intervento in questione, ovvero:
- soluzione A, con la quale si prevede la manutenzione completa di tutte le componenti strutturali e non, con eliminazione del degrado e ripristino delle strutture allo stato di progetto;
 - soluzione B, con la quale si prevede, oltre all'eliminazione del degrado e il ripristino delle componenti strutturali, il miglioramento prestazionale e la riduzione delle problematiche manutentive, mediante l'inserimento di isolatori sismici e l'eliminazione dei giunti di carreggiata nelle campate in c.a.p. con realizzazione di catena cinematica, e il rinforzo delle parti vulnerabili mediante incremento di duttilità sismica dei cavalletti delle pile. Nella seconda soluzione non si provvede alla manutenzione straordinaria delle componenti non strutturali tuttora in condizioni accettabili di conservazione, quali le barriere di sicurezza e la pavimentazione, quest'ultima limitatamente agli impalcati delle campate in c.a.p.

Considerato che:

- la soluzione B risulta sostenibile dal punto di vista finanziario ed è altresì l'alternativa progettuale che maggiormente permette di allungare la vita utile del manufatto, diminuendone notevolmente le istanze manutentive, oltretutto aumentare la performance dinamica del manufatto;
- infatti, l'eliminazione dei giunti sul tratto più lungo del ponte ridurrà notevolmente il rischio di degrado delle pile sottostanti e inoltre l'introduzione degli isolatori sismici, permetterà di ridurre la domanda sismica, aumentandone di conseguenza la capacità;

Rilevato che il quadro economico del progetto di fattibilità tecnica ed economica, di cui alla soluzione B, è il seguente:



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

DECRETO MIT 123/2020 del 19/03/2020

Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo né Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile

CUP C27H20001640001 e C27H20001650001

QUADRO ECONOMICO

	Importi parziali	Importi TOTALI
LAVORI IN APPALTO		
Lavori a misura (soggetti a ribasso)	€ 1.277.157,75	
Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 139.566,16	
TOTALE - Lavori in appalto		€ 1.416.723,91
SOMME A DISPOSIZIONE		
IVA Lavori (22%)	€ 311.679,26	
Incarichi per servizi tecnici professionali esterni all'Amministrazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 80.721,06	
Spese per indagini, prove e analisi di laboratorio utili alla conoscenza della struttura pre-intervento (IVA compresa)	€ 16.310,11	
Spese per relazione geologica e relative indagini geognostiche (IVA compresa)	€ 14.323,04	
Spese per prove di carico, ed eventuali prove dinamiche finalizzate al rilascio del certificato di regolare esecuzione e/o collaudo (IVA compresa)	€ 14.640,00	
Incarico per collaudo statico (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 19.032,00	
Spese per coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (IVA compresa)	€ 19.032,00	
Spese per monitoraggio strumentale (IVA compresa)	€ 12.200,00	
spese per pubblicità gara	€ 1.500,00	
Contributo ANAC	€ 600,00	
Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	€ 64.904,14	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'80% di € 28.334,48	€ 22.667,58	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'20% di € 28.334,48	€ 5.666,90	
TOTALE - Somme a disposizione		€ 583.276,09
IMPORTO COMPLESSIVO		€ 2.000.000,00

Si è proceduto alla verifica della conformità del progetto di fattibilità tecnica ed economica al documento preliminare alla progettazione che sarà oggetto di ulteriori approfondimenti, nei livelli di progettazione successivi;

Ritenuto di:

- approvare il progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'intervento di *“Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile”*, completo degli elaborati sopra elencati e concludente nell'importo di € 2.000.000,00;
- dare atto che:
 - il Responsabile Unico del Procedimento ai sensi dell'art. 31, del D.Lgs. 50/2016 è l'Ing. Marino Gallo, Responsabile dell'U.O. Gestione Manufatti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio;
 - il progetto di fattibilità tecnica ed economica è conforme alle disposizioni di cui al documento preliminare alla progettazione, redatto dal Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio;
 - i successivi livelli di progettazione dovranno approfondire e sviluppare nel dettaglio tutti gli aspetti tecnici, le indicazioni e gli indirizzi presenti nel progetto in parola;

Visti:

- il D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.;
- il D.P.R. n. 207/2010, per la parte ancora in vigore;
- il D.Lgs. n. 267/2000 e s.m.i.;

Visti i pareri favorevolmente espressi dal Dirigente del Servizio Unità speciale per l'Edilizia e la Sismica, in sostituzione, come da disposizione del Segretario Generale del 22/03/2022, del Dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, temporaneamente assente e dal Dirigente del Servizio Unità amministrativa speciale per il PNRR e gli investimenti, in sostituzione del Dirigente del Servizio Bilancio, temporaneamente assente, in ordine rispettivamente alla regolarità tecnica e contabile del presente atto;

DECRETA

- di approvare il progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'intervento di *“Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo – Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile”*, concludente nell'importo di € 2.000.000,00, come risulta dal seguente quadro economico:



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

DECRETO MIT 123/2020 del 19/03/2020

Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo né Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile

CUP C27H20001640001 e C27H20001650001

QUADRO ECONOMICO

	Importi parziali	Importi TOTALI
LAVORI IN APPALTO		
Lavori a misura (soggetti a ribasso)	€ 1.277.157,75	
Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 139.566,16	
TOTALE - Lavori in appalto		€ 1.416.723,91
SOMME A DISPOSIZIONE		
IVA Lavori (22%)	€ 311.679,26	
Incarichi per servizi tecnici professionali esterni all'Amministrazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 80.721,06	
Spese per indagini, prove e analisi di laboratorio utili alla conoscenza della struttura pre-intervento (IVA compresa)	€ 16.310,11	
Spese per relazione geologica e relative indagini geognostiche (IVA compresa)	€ 14.323,04	
Spese per prove di carico, ed eventuali prove dinamiche finalizzate al rilascio del certificato di regolare esecuzione e/o collaudo (IVA compresa)	€ 14.640,00	
Incarico per collaudo statico (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 19.032,00	
Spese per coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (IVA compresa)	€ 19.032,00	
Spese per monitoraggio strumentale (IVA compresa)	€ 12.200,00	
spese per pubblicità gara	€ 1.500,00	
Contributo ANAC	€ 600,00	
Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	€ 64.904,14	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'80% di € 28.334,48	€ 22.667,58	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'20% di € 28.334,48	€ 5.666,90	
TOTALE - Somme a disposizione		€ 583.276,09
IMPORTO COMPLESSIVO		€ 2.000.000,00

- di dare atto che:

- la spesa di € 2.000.000,00 è prevista nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche 2022-2024 e precisamente nel 2022 con codice CUI L00209290352202200037 e CUP C27H20001640001 il lotto 2, per € 1.400.000,00 e nel 2023 con codice CUI L00209290352202200082 e CUP C27H20001650001 il lotto 3 per € 600.000,00 e alla Missione 10, Programma 05 del Bilancio di Previsione 2022-2024, Codice del Piano dei Conti Integrato 2020109012 e al corrispondente Cap. 5116, interamente finanziata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a mezzo decreto interministeriale n. 123 del 19/03/2020 in premessa citato;
 - il Responsabile Unico del Procedimento, ai sensi dell'art. 31 del D.Lgs. 50/2016, è l'Ing. Marino Gallo, Responsabile dell'U.O. Gestione Manufatti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio;
 - il progetto è completo degli elaborati previsti dall'art. 17, del DPR 207/2010, ancora vigente e dal comma 5, dell'art. 23 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., elencati in premessa e conservati agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, tenuto conto che la Relazione illustrativa - valutazione delle alternative, lo Studio preliminare di compatibilità idraulica e la Relazione tecnica di vulnerabilità strutturale e sismica (stato di fatto e ipotesi di miglioramento), sono allegati in copia al presente atto, quali parti integranti e sostanziali;
 - di dare mandato al Dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, a provvedere all'adozione dei successivi provvedimenti finalizzati alla realizzazione delle opere;
 - il presente decreto è esecutivo dalla sua sottoscrizione;
- di disporre la pubblicazione del presente Decreto.

ALLEGATI:

- Relazione illustrativa - valutazione delle alternative;
- Studio preliminare di compatibilità idraulica;
- Relazione tecnica di vulnerabilità strutturale e sismica (stato di fatto e ipotesi di miglioramento);
- parere di regolarità tecnica;
- parere di regolarità contabile.

Reggio Emilia, lì 12/07/2022

IL PRESIDENTE
F.to ZANNI GIORGIO

Documento sottoscritto con modalità digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005.

(da sottoscrivere in caso di stampa)

Si attesta che la presente copia, composta di n. ... fogli, è conforme in tutte le sue componenti al corrispondente atto originale firmato digitalmente conservato agli atti con n del

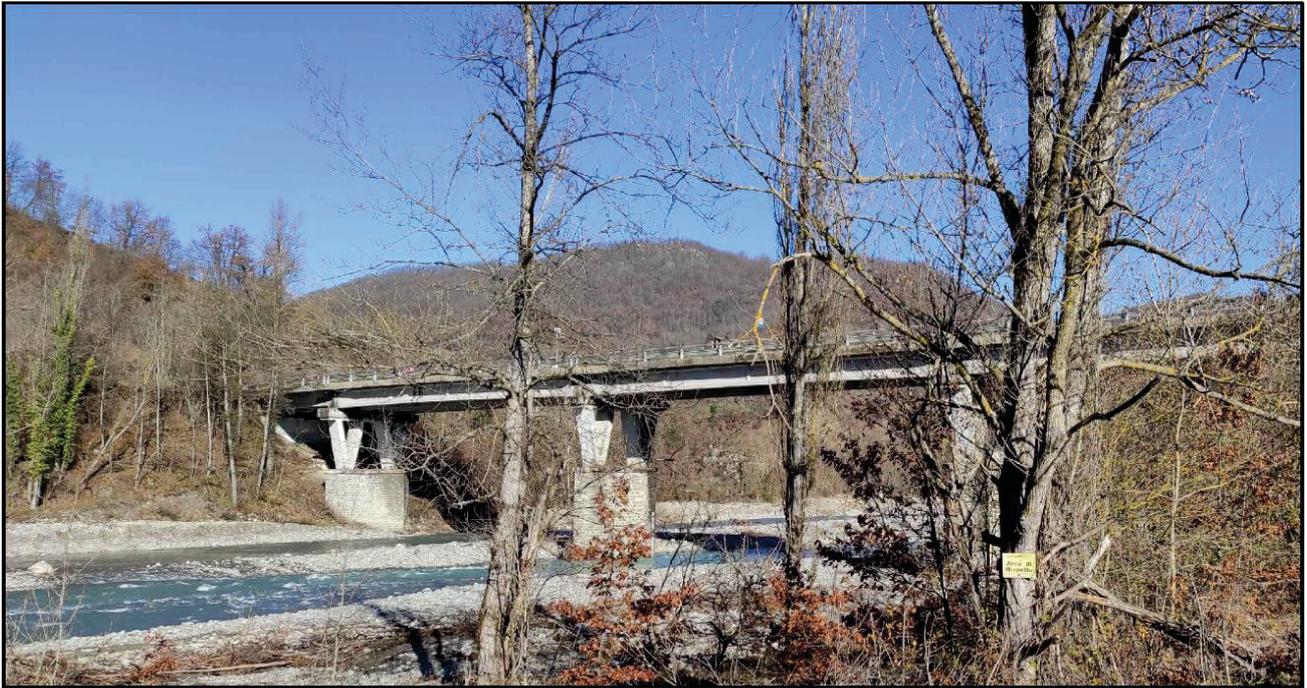
Reggio Emilia, lì.....Qualifica e firma



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
corso Garibaldi, 26, Reggio Emilia
info@provincia.re.it

MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA
lungo la SP 9 al km 6+100 tra i comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo
- Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e adeguamento del piano viabile -
CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO

dott. ing. VALERIO BUSSEI
dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità
sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
v.bussei@provincia.re.it

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. MARINO GALLO

U.O. Gestione Manufatti
m.gallo@provincia.re.it

IL PROGETTISTA

dott. ing. SALVATORE VERA
MAIN ENGINEERING s.r.l.
Via Carlo Levi, 10
42124 Reggio Emilia (RE)
0522-506337
info@mainengineering.eu
www.mainengineering.eu



Collaboratori:

Ing. Fabio Emmolo, Ing. Alessandra...



ELABORATO

D.01

SERIE ELABORATI

Progetto di fattibilità tecnico economica

TITOLO DELL'ELABORATO

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA - VALUTAZIONE DELLE
ALTERNATIVE**

REVISIONI

			red.	contr.	red.	contr.
A	14/06/2022	Rev. 01	A.A.	S.V.	S.V.	S.V.
B					data	
C					31/05/2022	
D					scala	
E						

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

0.1 MANUFATTO OGGETTO DI INTERVENTO

Il presente progetto esecutivo riguarda la manutenzione straordinaria del ponte sul fiume Secchia della Strada provinciale N°9 di cui si riportano di seguito i dati identificativi

<i>Manufatto:</i>	Ponte sul fiume Secchia;
<i>Strada:</i>	S.P. 9
<i>Posizione:</i>	km 6 + 100
<i>Ente Proprietario:</i>	Provincia di Reggio Emilia
<i>Località:</i>	Gatta di Castelnuovo ne' Monti
<i>Comuni:</i>	Castelnuovo ne' Monti; Villa Minozzo.

0.2 INCARICO

Il *Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile, Patrimonio ed Edilizia* dell'Ente Proprietario, con sede a Reggio Emilia in corso Garibaldi, 26, ha conferito alla Società Main Engineering srl l'incarico per il servizio tecnico di progettazione di fattibilità tecnica ed economica, definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, la direzione dei lavori ed il rilascio del certificato di regolare esecuzione e della relazione a strutture ultimate, inerente l'intervento di “Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnuovo né Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile”.

L'oggetto dell'incarico è quindi una porzione del ponte in argomento, complementare al progetto di un primo stralcio di lavori relativo a n. 2 campate di accesso e una spalla, attualmente in corso di esecuzione, relativo ad interventi di esclusiva manutenzione riparativa.

In accordo con il RUP, in relazione alla possibile previsione di interventi di miglioramento sismico nel presente progetto, è stato stabilito di rimodulare le attività del primo lotto realizzando interventi sulle prime due campate adiacenti la spalla destra, di caratteristiche omogenee, in modo da non eseguire nel corso del medesimo primo lotto interventi contrastanti con quanto si realizzerà nel presente progetto che pertanto interesserà le restanti n. 6 campate e la spalla sinistra.

Nel presente progetto di fattibilità verranno analizzate due alternative, la prima relativa ad una classica completa manutenzione riparativa del ponte (**soluzione A**), la seconda relativa ad un intervento riparativo che ne migliori le prestazioni sismiche e ne riduca le future esigenze manutentive (**soluzione B**).

Ai fini della quantificazione economica preliminare delle due alternative è stato sviluppato un computo metrico estimativo analitico per l'intero ponte, seppur nei limiti degli approfondimenti di dettaglio del presente livello di progettazione, sottraendo dall'importo complessivo quello dei lavori del primo lotto, riservandosi in occasione del progetto definitivo-esecutivo, allorquando saranno precisamente conosciuti i lavori eseguiti nel primo lotto, di effettuare il computo metrico estimativo dettagliato delle opere rimaste da eseguire nell'ambito del lotto presente.

1 STATO DI FATTO

1.1 Descrizione della struttura esistente

Il manufatto è stato progettato dal prof. ing. Bruno Bottau nel 1973 e realizzato negli anni immediatamente successivi, in sostituzione di un preesistente ponte ad archi multipli in muratura, oggetto di grave danneggiamento a seguito della piena del fiume Secchia nel Settembre 1972.

L'intero ponte è costituito da tre campate minori di accesso al manufatto (una in sinistra idraulica, due in destra) di lunghezza pari a circa 16 m, realizzate interamente in calcestruzzo armato in opera, e da cinque campate maggiori, della lunghezza di 36 m circa, con travi prefabbricate in c.a.p.

Le spalle ha un'altezza sul piano di fondazione di 2,25 m circa su una larghezza di 10 m per uno spessore di 95 cm. Il muro paraghiaia prosegue per ulteriori 2,32 m circa, con uno spessore di 30 cm. La fondazione è costituita da una soletta di larghezza 2,95 m, centrata con il muro di spalla, avente uno spessore di 90 cm, realizzata su dieci pali di diametro 60 cm.

Le pile hanno un'altezza complessiva di 13,60 m. La fondazione è costituita da una soletta di 10,80 m x 4,50 m circa, di spessore 1 m, realizzata su 8 pali di fondazione di diametro 100 cm. Una parte rastremata superiore di 75 cm la ricollega all'elemento di base della pila avente una altezza di circa 6 m e dimensioni pari a 9 m x 2,50 m. Tale elemento è in calcestruzzo armato con rivestimento delle pareti in muratura a conci regolari di pietra a spacco. L'estradosso superiore è in calcestruzzo a vista di spessore 30 cm con cornice aggettante di circa 17 cm a gocciolatoio.

La parte superiore delle pile è costituita da quattro aste inclinate a disegno di W, aventi sezione di 50 cm x 160 cm per una altezza complessiva di circa 5 m. Le aste sono sormontate dal pulvino di 10 m x 1,70 m, avente altezza di 90 cm circa sul lato verso la riva sinistra, che porta le cerniere, e ribassato sull'altro a 60 cm circa.

Su questo lato infatti erano posizionati gli apparecchi di appoggio a carrello che avevano un'altezza maggiore. Nel corso di un intervento di manutenzione eseguito nel 1993 i carrelli originali in acciaio sono stati sostituiti da apparecchi di appoggio in neoprene armato con la realizzazione di baggioli in c.a. per compensare la differenza di quota di appoggio e lasciare invariata l'altezza dell'intradosso della trave.

Questa parte delle pile è quella che risulta più ammalorata con espulsioni del copriferro e vaste zone di deterioramento degli strati corticali del calcestruzzo. Il danneggiamento è stato causato principalmente dall'acqua infiltratasi nel giunto sotto carreggiata che sormonta la pila e dalle caditoie stradali poste in prossimità del giunto.

Le acque meteoriche hanno dilavato dapprima il pulvino, su tutte le facce, poi le aste

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

incline, negli attacchi superiori al pulvino e nei vertici inferiori, quindi la parte sommitale dell'elemento di base della pila.

Sia gli apparecchi di appoggio in acciaio originali rimasti sia quelli in neoprene introdotti nel 1993 risultano generalmente deteriorati e da sostituire.

La tipologia di impalcato relativo alle campate di accesso al ponte è in curva con raggio interno pari a 60 m, è interamente realizzato in opera ed ha una luce media pari a circa 16 m. Le n. 4 travi che costituiscono l'impalcato hanno lunghezza variabile da 15 a 17 m circa, e distanza tra gli appoggi da 14 a 16 m circa.

La sezione della trave è di 40 cm x h 148 cm con aumento dell'altezza a 180 cm nei tratti di lunghezza pari a circa 1 m agli appoggi.

Sono presenti 4 traversi di sez. 25 cm x h 138 cm, posizionati agli appoggi e a circa 1,35 m dalla mezzeria.

La soletta, di larghezza pari a 10 m, ha uno spessore di circa 22 cm con ringrossi in corrispondenza dei marciapiedi, aventi larghezza di m 1,25 ciascuno. L'impalcato ha una leggera pendenza trasversale, verso valle, realizzata mediante gradoni sul pulvino e sulla spalla, in modo da differenziare le quote altimetriche di appoggio delle travi.

Tutto l'impalcato risulta danneggiato dalla percolazione delle acque meteoriche, in particolare in corrispondenza degli appoggi, per la presenza di caditoie non regimentate.

L'impalcato maggiore è invece rettilineo e realizzato con quattro travi prefabbricate in cemento armato precompresso con 8 cavi post-tesi. Le travi hanno una lunghezza di 36 m per una luce tra gli appoggi pari a 35,55 m. La sezione è di 70 cm x h 180 cm, rettangolare agli appoggi e a doppia T nella parte centrale.

Sono presenti cinque traversi, in calcestruzzo gettato in opera, con 2 cavi post-tesi, posizionati agli appoggi, in mezzeria e ai quarti della luce.

La soletta è stata gettata su solaio tipo predalle ed ha uno spessore totale di 22cm, con ringrossi in corrispondenza degli sbalzi del marciapiede.

Gli impalcati di questa tipologia appaiono in genere in buone condizioni.

Risultano danneggiate solo le testate delle travi e i traversi di appoggio per i percolamenti delle acque meteoriche in corrispondenza del giunto.

Gli impalcati di quest'ultima tipologia sono completati lateralmente da copertine con funzione di gocciolatoio in elementi prefabbricati aventi sezione ad L e spessore 5 cm, notevolmente deteriorate e da sostituire.

1.2 Documentazione disponibile consultata

- A) elaborati del progetto originale a firma del prof. ing. Bruno Bottau redatti nel 1973;
- B) relazione denominata *Ponte sul fiume Secchia - loc. Gatta (RE) - Indagine diagnostica* redatta su incarico della Provincia di Reggio Emilia dall'ing. Marco Arduini in data 04/07/2019.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Tale relazione di indagine evidenzia i seguenti risultati:

- la realizzazione della struttura coincide sostanzialmente con gli elaborati di progetto: ove è stato possibile il rilievo delle armature con pacometro (nel caso delle solette con carotatura) sono stati riscontrati i ferri previsti dai disegni di progetto ed anche la geometria degli elementi coincide sostanzialmente, con locali differenze trascurabili dell'ordine del 4-5%;
- si riscontra un diffuso degrado delle copertine in elementi prefabbricati poste come gocciolatoio sui fianchi dell'impalcato delle campate principali, particolarmente pericoloso per il disgregarsi del calcestruzzo con caduta dei detriti;
- si riscontra un importante danneggiamento corticale del calcestruzzo su porzioni delle spalle, all'intradosso delle campate di accesso, in particolare sulla trave a valle, e sugli elementi delle pile (pulvini, aste inclinate, superficie superiore del corpo di base);
- dalle analisi chimiche effettuate sulle carote prelevate emerge che:
 - la carbonatazione del calcestruzzo interessa l'intero spessore del copriferro per i campioni prelevati dalle travi e dalla spalla;
 - la concentrazione di cloruri risulta elevata per i campioni prelevati dalla spalla, dalla soletta della campata in c.a. e dalla base della pila;
- dalle prove di rottura sui campioni cilindrici prelevati con carotaggio si ottengono:
 - valori modesti per il calcestruzzo in opera di travi, spalle, aste inclinate delle pile, pulvino (22 ÷ 26 MPa);
 - valore modesto per il calcestruzzo delle travi precomprese prefabbricate (32,5 MPa);
 - buoni valori per il calcestruzzo in opera delle solette (34 ÷ 40 MPa);
 - ottimi valori per il calcestruzzo delle pile (40 ÷ 49 MPa);
- gli appoggi originali in acciaio a cerniera sono conservati ovunque e necessitano di un trattamento di pulizia e conservazione;
- gli appoggi originali a carrello sono presenti solo sulle campate di accesso in c.a. e in alcuni singoli casi risultano notevolmente deteriorati ed in fase di sfogliamento;

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

- gli appoggi in neoprene armato, sostituiti a quelli a carrello originali nelle campate principali del ponte, risultano deteriorati per l'espulsione delle lamiere e la corrosione della struttura metallica di confinamento;
- la regimazione delle acque meteoriche sul piano stradale è notevolmente carente (tutti i punti con grave ammaloramento del calcestruzzo sono in coincidenza di scarichi liberi con conseguente laminazione delle acque sulle superfici delle strutture)

C) Relazione integrativa commissionata dalla Provincia di Reggio Emilia alla società Experimentations s.r.l. datata 08/04/2022

Tipologie d'indagine eseguite:

Prelievi di barre di armatura per esecuzione di prove di Laboratorio 7

Misura della profondità di carbonatazione 11

Misura della durezza dell'acciaio tramite sclerometro di Leeb 15

Saggi ispettivi per controllo visivo cavi di precompressione 2

Saggi ispettivi per controllo visivo cavi di armatura lenta 2

Scansioni per tracciamento dei cavi di precompressione 10

Prova ecometrica su palo di fondazione 1

Prove di carico dinamico 3

I risultati possono essere così sintetizzati:

- Le barre di armatura lenta possono essere classificate come FeB44K e quelle non esposte non risultano corrose
- Le armature di precompressione corrispondono al progetto e sono in buone condizioni di conservazione e protezione dalla corrosione
- Il palo saggiato corrisponde al progetto (diametro 100 cm lunghezza 16m)
- Il comportamento dinamico degli impalcati ne attesta la rigidità nel piano con frequenze fondamentali dell'ordine di 3-5 Hz nelle tre direzioni principali

D) Relazione geologica commissionata dalla Provincia di Reggio Emilia alla società GEODIS s.r.l. datata 12/05/2012

Tipologie d'indagine eseguite:

- una perforazione di sondaggio a carotaggio continuo tra le pile 4 e 5, con esecuzione di prove in foro SPT, spinta fino a 18m di profondità;

- indagine geofisica mediante una prova MASW e due prove geofisiche HVSR;

- indagine geofisica mediante una prova Down Hole nel foro di sondaggio opportunamente attrezzato;

- determinazione di parametri sito specifici:

o Prelievo di n.1 campione indisturbato sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico.

o Prelievo di n.2 campioni disturbati sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nel punto d'indagine la natura e le caratteristiche del terreno evidenziato in sito è così riassumibile:

- I primi 3,5-4 m circa sono costituiti da limi e argille con inclusioni di materiale lapideo dalle caratteristiche variabili tra consistenti e mediamente consistenti (PP compresi tra 80 e 350 kPa; Tor compresi tra 20 e >100kPa).

- A seguire e per uno spessore di circa 6 m si riscontrano depositi alluvionali formati da terreni ghiaiosi costituiti da elementi calcarei e di arenaria, eterometrici, con sabbie e sabbie limose. I depositi restituiscono un peso specifico di circa 22 kN/mc e valori dell'angolo di attrito ϕ di 38-40° , ottenuti da analisi di laboratorio e da prove SPT in foro.

- I depositi alluvionali poggiano dalla profondità di circa 10 m p.c. e fino alla massima profondità raggiunta con la perforazione, su di un substrato costituito da alternanze di marne, calcareniti e argille con predominanza della litologia marnosa. Il substrato roccioso presenta nella parte alta, per uno spessore di circa un paio di metri, uno strato di alterazione in cui vi è presente una buona percentuale di frazione argillosa.

Le litologie riscontrate dall'esecuzione della perforazione sono in buona parte correlabili con i risultati ottenuti dai sondaggi geognostici eseguiti nei primi anni Settanta dalla ditta Sonditalia Srl ai fini della progettazione per la realizzazione del ponte, nei punti di realizzazione delle pile e delle spalle dello stesso.

Dal punto di vista sismico è stata stimata mediante le prove geofisiche una $V_{s30} = 345$ m/s che, considerando la presenza del substrato ($V_s > 800$ m/s) a meno di 30m di profondità conduce alla classificazione sismica del sottosuolo nella categoria E. La categoria topografica è T1. Le verifiche effettuate escludono la possibilità di liquefazione .

1.3 Rilievo geometrico

Per la verifica dimensionale delle strutture da analizzare è stato eseguito un rilievo laser-scanner dell'intero ponte, mentre ai fini della modellazione idraulica è stato rilevato mediante stazione totale l'alveo del fiume Secchia per un tratto esteso 260 m a monte e 260 m a valle del ponte stesso.

Il rilievo geometrico ha consentito di perfezionare la restituzione completa e dettagliata dello stato di fatto delle strutture, completata anche relativamente alle armature grazie alle campagne d'indagine sopra richiamate.

2 VERIFICHE DI SICUREZZA STATICHE E SISMICHE, IPOTESI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

In primo luogo sono state effettuate le verifiche allo SLU nei confronti dei carichi e ai livelli di sicurezza previsti dalla vigente normativa per i ponti di cui alle NTC 2018, avvalendosi di un'analisi su modello FEM tridimensionale.

Queste ultime verifiche hanno fornito esito essenzialmente positivo, al netto di una lieve inadeguatezza della soletta in c.a. nelle campate di approccio; a questo proposito e per queste ultime si prevede di eseguire un rinforzo con introduzione di un traversino metallico rompitratta al fine di attivare un comportamento a piastra della soletta stessa nei confronti dei carichi stradali concentrati, in modo che risultino soddisfatte le verifiche di sicurezza anche al netto della perdita di sezione metallica per effetto della accertata presenza di cloruri.

Pertanto, presupponendo l'eliminazione del degrado e della relativa progressione, sotto il profilo delle azioni permanenti, carichi stradali, vento, frenamento ecc. il ponte risulterebbe adeguato ai sensi delle LLGG 2020.

Successivamente, è stata saggiata la vulnerabilità sismica del ponte analizzando in prima fase il comportamento allo stato di fatto delle sottostrutture (pile e fondazioni) con una analisi statica non lineare semplificata.

L'elemento maggiormente vulnerabile è stato individuato nei cavalletti costituenti la parte superiore delle pile, che allo stato di fatto presentano un indice di sicurezza sismica $\xi = 0,32$ calcolato con analisi statica non lineare semplificata in corrispondenza dell'impalcato in c.a.p.

Al fine di valutare l'efficacia dell'introduzione dell'isolamento sismico in corrispondenza dell'appoggio degli impalcati del tratto centrale in c.a.p. è stata eseguita un'analisi sismica di tipo statico lineare sul modello FEM tridimensionale sia nello stato di fatto sia con l'introduzione di isolatori sismici, previsti in via preliminare del tipo elastomerico armato.

L'analisi è stata condotta con fattore di comportamento $q=1$ ai sensi del punto 7.10.2 delle N.T.C. 2018, dovendo conservare sia le sovrastrutture che le sottostrutture un comportamento sostanzialmente elastico in relazione all'introduzione dell'isolamento sismico.

Il confronto dei risultati in termini di sollecitazioni sui cavalletti delle pile dimostra che quest'ultimo provvedimento è in grado di dimezzare la domanda in termini di resistenza delle pile stesse pertanto si prevede che l'isolamento ipotizzato possa apportare un miglioramento sismico con un indice obiettivo minimo $\xi= 0,60$ come richiesto dalla committenza. Infatti l'indice di sicurezza sismica calcolato mediante la verifica in campo lineare, pari a $\xi= 0,20$ nello stato di fatto, si accresce a $\xi= 0,44$ grazie all'introduzione degli isolatori sismici e si prevede possa raggiungere almeno il valore 0,60 mediante un intervento di rinforzo e confinamento della base delle aste dei cavalletti delle pile al fine di accrescerne la duttilità e la resistenza ultima.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Inoltre, con l’inserimento dell’isolamento sismico a livello dell’appoggio dell’impalcato a travi precomprese, si renderà necessario un adeguamento del giunto di collegamento alle campate di raccordo in c.a.o. con interventi sulle testate delle travi di queste ultime.

In sede di analisi definitive verranno eseguite analisi più approfondite e dettagliate, anche per la più accurata determinazione della domanda sismica, in particolare ricorrendo ad uno spettro di risposta calcolato mediante specifica analisi di risposta sismica locale e con una valutazione dell’impedenza del sistema di fondazione in condizioni sismiche, in questa fase modellato cautelativamente come un incastro perfetto.

3 COMPATIBILITA’ IDRAULICA

Le verifiche preliminari di carattere idrologico-idraulico eseguite consentono di affermare che il ponte della SP9 sul fiume Secchia in loc. Gatta è adeguato dal punto di vista del franco idraulico.

Peraltro considerando che le fondazioni palificate del ponte sono infisse in una bancata di ghiaia grossa di circa 10m di spessore, e che i pali si attestano nel sottostante substrato marnoso, si ritiene in generale poco probabile il verificarsi di problemi legati all’erosione del fondo.

4 INTERVENTI IN PROGETTO

Come accennato inizialmente il presente progetto di fattibilità esamina due soluzioni alternative, la prima delle quali – **soluzione A** - prevede la manutenzione completa di tutte le componenti strutturali e non, con eliminazione del degrado e ripristino delle strutture allo stato di progetto; la seconda – **soluzione B** - prevede oltre all’eliminazione del degrado e il ripristino delle componenti strutturali, il miglioramento prestazionale e riduzione delle problematiche manutentive mediante l’inserimento di isolatori sismici e l’eliminazione dei giunti di carreggiata nelle campate in c.a.p. con realizzazione di catena cinematica , e il rinforzo delle parti vulnerabili mediante incremento di duttilità sismica dei cavalletti delle pile. Nella seconda soluzione non si provvede alla manutenzione straordinaria delle componenti non strutturali tuttora in condizioni accettabili di conservazione, quali le barriere di sicurezza e la pavimentazione, quest’ultima limitatamente agli impalcati delle campate in c.a.p.

Si deve precisare che sul ponte in argomento sono attualmente in corso lavori di manutenzione di un primo lotto d’intervento – **Lotto 1** – di tipologia analoga al presente progetto , limitati alla manutenzione delle campate di accesso lato Sud.

Si esaminano di seguito gli interventi previsti dal presente progetto – Lotto 2 – che interesseranno l’intero ponte, al netto degli interventi eseguiti nel Lotto 1.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

4.1 RIPRISTINI CORTICALI DEL CALCESTRUZZO

I ripristini del calcestruzzo in progetto sono illustrati nella Tav. S.2. Sono state definite tre tipologie di intervento, a seconda della gravità del degrado.

La prima consiste nella stesa di passivante migrante sulla superficie del calcestruzzo preventivamente pulita mediante sabbiatura ed eliminazione della polvere. Tale tipologia prevede anche la ripresa locale degli strati corticali per spessori tra 1 e 4 cm, da realizzare ad esempio nelle zone in cui si sia verificata l'espulsione del copriferro. Questo intervento è stato esteso a tutte le parti realizzate con calcestruzzo gettato in opera, visti i problemi evidenziati relativi alla carbonatazione. Sarà quindi realizzato su tutta la campata di accesso al ponte (estradosso soletta e pareti ed estradosso di travi e traversi) e sul muro della spalla, ove non siano previsti interventi più pesanti, per le porzioni che non verranno interessate dall'intervento previsto nel Lotto 1, attualmente in corso di esecuzione, nonché nelle campate con travi precomprese, sulla parte iniziale delle travi e sul traverso agli appoggi.

La seconda tipologia di intervento prevede l'idroscarifica, la pulizia delle armature scoperte e il ripristino dello strato corticale mediante posa di malta a spruzzo tipo HPFRC. L'intervento può essere eventualmente localmente incrementato mediante scarifica manuale od integrazione di armature con impiego di malta colabile. Interessa strati fino a 4 cm. L'intervento è previsto sulle parti iniziali e finali dell'intradosso della soletta della campata di accesso, sulle testate di tutte le travi, su tutte le superfici delle aste inclinate delle pile, sulla parte superiore dell'elemento di base delle pile.

La terza tipologia in fine è analoga alla precedente ma raggiunge spessori fino ad 8 cm e prevede l'integrazione dell'armatura mediante inserimento di spinotti inghisati ed aggiunta di rete elettrosaldata diam. 6 mm, con impiego di malta colabile a ritiro compensato; l'intervento è previsto su tutte le facce del pulvino.

Per tutte le aree per cui sono indicati interventi di tipo 2 o 3, si dovrà comunque verificare lo stato del calcestruzzo mediante proiezione di lancia d'acqua sul materiale ortogonalmente alla superficie interessata alla pressione costante di 400 bar per alcuni minuti.

Qualora a seguito di tale trattamento non si manifestasse un evidente stato fessurativo, sulla superficie in esame non si effettueranno interventi; in caso contrario si procederà all'idro- demolizione (cfr. ANAS - Quaderno tecnico N°6 - *Interventi di ripristino corticale dei calcestruzzi ammalorati*, indicazioni al § 7.1).

4.2 APPARECCHI DI APPOGGIO

Si prevede la sostituzione di tutti gli appoggi esistenti sia in neoprene armato sia a carrello sia a cerniera in acciaio. I nuovi appoggi sono previsti a disco elastomerico confinato.

Nella soluzione alternativa per gli impalcati a travi in c.a.p. è prevista, in luogo degli apparecchi di appoggio, l'installazione di isolatori sismici elastomerici

L'inserimento dei nuovi appoggi comporta la realizzazione/rifacimento dei baggioli per adeguare le quote altimetriche di appoggio.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nella soluzione alternativa per gli impalcati a travi in c.a.p. è prevista altresì la realizzazione dei ritegni sismici di fine corsa.

Durante questa lavorazione si prevederà l'uso del ponte a traffico alternato, per consentire le lavorazioni su una corsia per volta.

4.3 RIFACIMENTO DEI GIUNTI

Si prevede il completo rifacimento di tutti i giunti di carreggiata, a causa delle abbondanti infiltrazioni di acque meteoriche causate dagli attuali giunti deteriorati, che scorrono sulle testate delle travi e sul pulvino, costituendone la principale causa di degrado.

Si prevede la demolizione e ricostruzione della parte terminale della soletta di impalcato, eventualmente con integrazione delle armature.

Si dovranno in questa fase ripristinare i 5 cm di giunto previsti dal progetto iniziale.

Nella soluzione alternativa per gli impalcati a travi in c.a.p. è prevista la solidarizzazione delle solette in corrispondenza dei vecchi giunti, eccetto che per i due giunti di estremità verso le campate di accesso, che verranno ricostruiti con caratteristiche adeguate agli spostamenti previsti in fase sismica.

Si procederà quindi alla posa del nuovo giunto stradale che è previsto del tipo a pettine in acciaio corten; il giunto dovrà essere esteso anche ai marciapiedi. Si provvederà quindi al ripristino della pavimentazione. Durante questa lavorazione si prevederà l'uso del ponte a traffico alternato, per consentire le lavorazioni su una corsia per volta.

4.4 SOSTITUZIONE DELLE VELETTE LATERALI

E' prevista la completa sostituzione di tali elementi fortemente deteriorati.

4.5 REGIMAZIONE DELLE ACQUE DEL PIANO STRADALE

Si prevede il rifacimento delle caditoie esistenti con elemento di contenimento da raccordare con gli strati di impermeabilizzazione della soletta. Saranno inoltre integrate tubazioni di scarico per la raccolta delle acque dalle caditoie e dai giunti che scarichino a quota inferiore a quella dei calcestruzzi a vista.

4.6 INTERVENTI DI RINFORZO DELLE SOLETTE DELLE CAMPATE DI ACCESSO

Questo intervento intende ovviare alla lieve insufficienza della resistenza delle solette delle campate di accesso, accentuata dalla corrosione da cloruri, e prevede l'inserimento di rompitratta metallici vincolati alle travi ed alla soletta stessa in modo da produrre un funzionamento a piastra di quest'ultima e riduzione del momento flettente a parità di dimensioni.

Le verifiche di resistenza potranno quindi essere svolte anche con riferimento alla riduzione dei diametri comportata dalla azione corrosiva dei cloruri, che non potrà essere completamente eliminata dalla prevista realizzazione di una nuova impermeabilizzazione e dagli interventi di regimazione delle acque del piano stradale.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

4.7 INTERVENTI DI RINFORZO DELLE PILE

Questo intervento è previsto nella sola soluzione di miglioramento sismico, in quanto a seguito dell’inserimento degli isolatori le sottostrutture debbono permanere in campo sostanzialmente elastico per l’azione sismica di progetto. Nella parte inferiore dei cavalletti delle pile è stato pertanto previsto, oltre al citato intervento di ripristino corticale, un intervento di rinforzo e confinamento realizzato con fasciature in CFRP

4.8 SOSTITUZIONE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

Questo intervento prevede la sostituzione delle barriere attuali con nuove barriere a livello di contenimento H3-W4 bordo ponte; tale intervento non è previsto nella soluzione alternativa, in cui le barriere attuali vengono mantenute.

4.10 IMPERMEABILIZZAZIONE IMPALCATO E RIFACIMENTO PAVIMENTAZIONE STRADALE

All'intradosso degli impalcati, principalmente di quello delle campate di accesso, sono visibili ampi segni di infiltrazioni di acque meteoriche dal piano stradale. È quindi previsto il rifacimento dell'impermeabilizzazione previa rimozione della pavimentazione e successivo rifacimento di quest'ultima per tutto lo sviluppo del ponte.

E' altresì prevista l'impermeabilizzazione dei cavedi impiantistici al di sotto dei marciapiedi e la ricostruzione del piano di calpestio di questi ultimi.

Nella soluzione di miglioramento sismico questa operazione è esclusa, per la parte relativa alla carreggiata stradale, mentre è previsto comunque il risanamento di tutti i marciapiedi

5 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DI LAVORI

L'esecuzione dell'intervento è prevista mediante appalto a corpo e misura a ditta specializzata.

Il tempo di esecuzione è previsto in dodici mesi comprensivi dei prevedibili fermi di cantiere per l'ordinario andamento climatico.

I costi nelle due soluzioni alternative sono rappresentati dai quadri tecnici economici sotto riportati, che prevedono una uguale spesa complessiva di € 2.000.000,00

 <p>PROVINCIA DI REGGIO EMILIA</p>
<p>DECRETO MIT 123/2020 del 19/03/2020 Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnuovo né Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile CUP C27H20001640001 e C27H20001650001</p>

“Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnuovo né Monti e Villa Minozzo – Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile”. CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

QUADRO ECONOMICO SOLUZIONE A <i>manutenzione completa di tutte le componenti strutturali e non, con eliminazione del degrado e ripristino delle strutture allo stato di progetto</i>		
	Importi parziali	Importi TOTALI
LAVORI IN APPALTO		
Lavori a misura (soggetti a ribasso)	€ 1 370 623,11	
Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 152 062,67	
a.d. lavori lotto 1	€ 289 970,65	
TOTALE - Lavori in appalto		€ 1 232 715,13
SOMME A DISPOSIZIONE		
IVA Lavori (22%)	€ 271 197,33	
Incarichi per servizi tecnici professionali esterni all'Amministrazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 80 721,06	
Spese per indagini, prove e analisi di laboratorio utili alla conoscenza della struttura pre-intervento (IVA compresa)	€ 16 310,11	
Spese per relazione geologica e relative indagini geognostiche (IVA compresa)	€ 14 323,04	
Spese per prove di carico, ed eventuali prove dinamiche finalizzate al rilascio del certificato di regolare esecuzione e/o collaudo (IVA compresa)	€ 14 640,00	
Spese per coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (IVA compresa)	€ 19 032,00	
Spese per monitoraggio strumentale (IVA compresa)	€ 12 200,00	
spese per pubblicità gara	€ 1 500,00	
Contributo ANAC	€ 600,00	
Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	€ 312 107,03	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'80% di € _____	€ 19 723,44	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'20% di € _____	€ 4 930,86	

"Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo né Monti e Villa Minozzo – Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile". CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

TOTALE - Somme a disposizione	€	767 284,87
IMPORTO COMPLESSIVO	€	2 000 000,00



**PROVINCIA
DI REGGIO EMILIA**

DECRETO MIT 123/2020 del 19/03/2020		
Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnovo né Monti e Villa Minozzo - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile		
CUP C27H20001640001 e C27H20001650001		
QUADRO ECONOMICO SOLUZIONE B		
<i>Eliminazione del degrado e miglioramento sismico delle strutture con isolatori sismici e rinforzo CFRP sulle pile</i>		
	Importi parziali	Importi TOTALI
LAVORI IN APPALTO		
Lavori a misura (soggetti a ribasso)	€ 1 567 128,40	
Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 139 566,13	
a.d. lavori lotto 1	€ 289 970,65	
TOTALE - Lavori in appalto	€	1 416 723,88
SOMME A DISPOSIZIONE		
IVA Lavori (22%)	€ 311 679,25	
Incarichi per servizi tecnici professionali esterni all'Amministrazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	€ 80 721,06	
Spese per indagini, prove e analisi di laboratorio utili alla conoscenza della struttura pre-intervento (IVA compresa)	€ 16 310,11	
Spese per relazione geologica e relative indagini geognostiche (IVA compresa)	€ 14 323,04	
Spese per prove di carico, ed eventuali prove dinamiche finalizzate al rilascio del certificato di regolare esecuzione e/o collaudo (IVA compresa)	€ 14 640,00	

“Messa in sicurezza delle strutture del ponte sul fiume Secchia lungo la SP9 al km 6+100 tra i Comuni di Castelnuovo né Monti e Villa Minozzo – Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e contestuale adeguamento del piano viabile”. CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

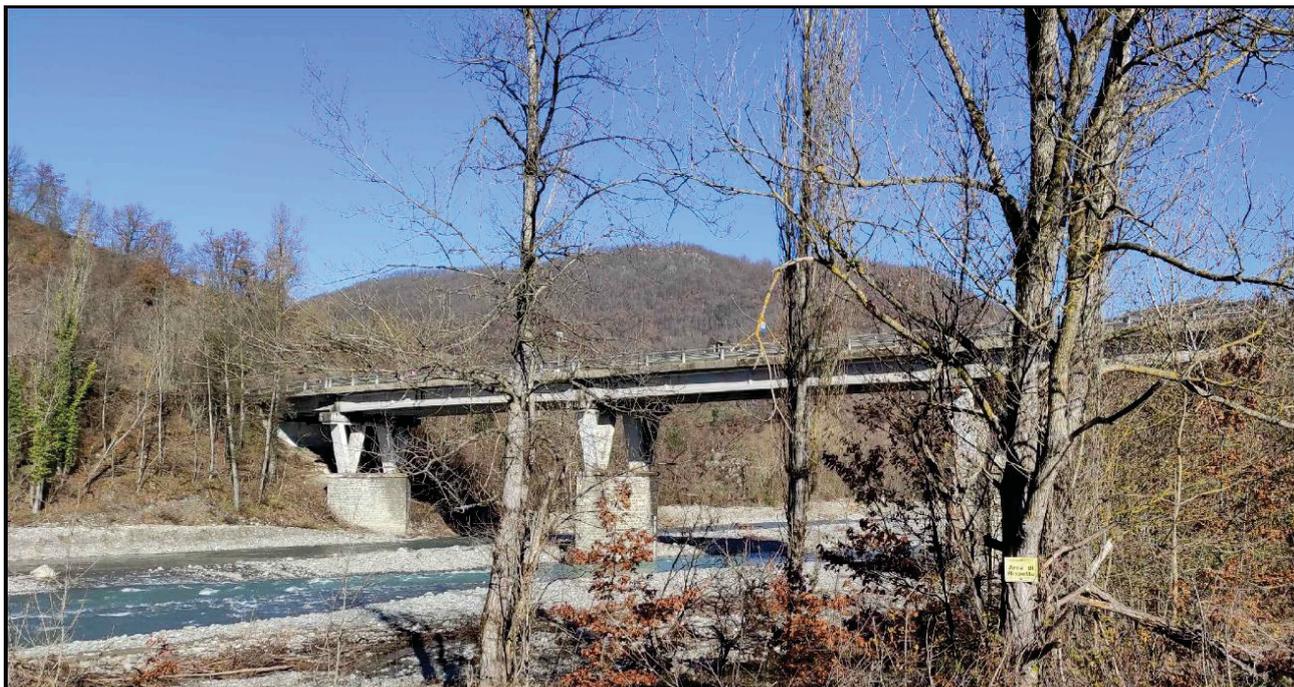
Incarico per collaudo statico (oneri previdenziali e IVA compresa)	€	19 032,00	
Spese per coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (IVA compresa)	€	19 032,00	
Spese per monitoraggio strumentale (IVA compresa)	€	12 200,00	
spese per pubblicità gara	€	1 500,00	
Contributo ANAC	€	600,00	
Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	€	64 904,18	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'80% di € _____	€	22 667,58	
Fondo (art. 113 comma 2 D.Lgs. 50/2016) pari all'20% di € _____	€	5 666,90	
TOTALE - Somme a disposizione		€	583 276,12
IMPORTO COMPLESSIVO		€	2 000 000,00



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
corso Garibaldi, 26, Reggio Emilia
info@provincia.re.it

MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA
lungo la SP 9 al km 6+100 tra i comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo
- Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e adeguamento del piano viabile -
CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO

dott. ing. VALERIO BUSSEI
dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità
sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
v.bussei@provincia.re.it

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. MARINO GALLO

U.O. Gestione Manufatti
m.gallo@provincia.re.it

IL PROGETTISTA

dott. ing. SALVATORE VERA
MAIN ENGINEERING s.r.l.
Via Carlo Levi, 10
42124 Reggio Emilia (RE)
0522-506337
info@mainengineering.eu
www.mainengineering.eu



Collaboratori:

Ing. Fabio Emmolo Ing. Alessandra Oradei



ELABORATO

D.05

SERIE ELABORATI

Progetto di fattibilità tecnico economica

TITOLO DELL'ELABORATO

**STUDIO PRELIMINARE DI COMPATIBILITA'
IDRAULICA**

REVISIONI

			red.	contr.	red.	contr.
			A.A.	S.V.	S.V.	S.V.
A	14/06/2022	Rev. 01				
B					data	
C					31/05/2022	
D					scala	
E						

1) Premesse

Le valutazioni preliminari di seguito riportate riguardano la valutazione della vulnerabilità idraulica del ponte in esame, ed in particolare la stima del franco di piena e della erosione in corrispondenza delle fondazioni, al transito della portata di progetto con $T_r=200$ anni. La valutazione, che in questa sede è di significativo interesse anche perché il ponte in esame fu realizzato dopo il cedimento del ponte preesistente a seguito della piena del Settembre 1972, documentata dalla fotografia seguente



Figura 1 - Ponte sul F.Secchia in loc. Gatta - cedimento a seguito della piena del Settembre 1972

2) Valutazioni idrologiche

Nelle presenti valutazioni preliminari si farà riferimento allo studio idrologico-idraulico per la stima delle portate e per il calcolo dei profili di piena del fiume Secchia, realizzato nell'anno 2010 dallo scrivente in collaborazione con il Prof. Ing. A.Bizzarri, nel tratto interessato dai lavori di sistemazione della pista di fondovalle "Gatta Pianello", immediatamente a monte del ponte in esame.

In assenza di misure sistematiche di portata eseguite lungo il tratto in questione, non interessato dalla classificazione delle fasce fluviali da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, per la stima delle portate di

piena al colmo in funzione del tempo di ritorno tale studio ha utilizzato un metodo di regionalizzazione basato sulla portata indice.

È stata quindi condotta in una prima fase un'analisi idrologica statistica su un campione molto vasto di stazioni di misura, al fine di individuare una regione idrologicamente omogenea al bacino del Secchia, estendendo il campo di applicazione delle leggi regionali a tutti i fiumi compresi tra lo Scrivia e il Potenza, e utilizzando un periodo di rilevamento di circa cinquant'anni compresi tra il 1920 e il 1970.

Nella seconda fase dello studio sono state quindi determinate le relazioni che legano rispettivamente la portata indice di una stazione idrometrica ai parametri morfologici ed idrologici del bacino sotteso dalla stazione stessa (in particolare si sono utilizzati i valori della superficie, dell'altitudine media e della pioggia media annua) e la portata adimensionale al tempo di ritorno assegnato.

Per lo studio idraulico e la ricostruzione dei profili di piena, effettuata impiegando modelli di moto vario applicati al passaggio delle onde di piena di diverso tempo di ritorno, in analogia con altri corsi d'acqua appenninici, sui quali sono stati effettuati operazioni sperimentali di taratura di modelli numerici di propagazione delle piene, sono stati assunti valori di scabrezza del fondo secondo Gauckler-Strickler pari a 25 $m^{1/3}/s$ per le fasce vegetate, e pari a 30 $m^{1/3}/s$ per il greto ghiaioso; la morfologia dell'alveo fluviale è stata rappresentata mediante il profilo longitudinale del fondo e numerose sezioni trasversali, desunte da accurati rilievi topografici.

Dalla relazione idrologica-idraulica del progetto definitivo del 2002, si possono desumere i valori delle piene al colmo con diverso tempo di ritorno al ponte di Pianello ed allo sbocco dell'affluente Lucola, nonché gli effetti di laminazione delle onde di piena dal ponte di Pianello alla confluenza del torrente Lucola e da questa al ponte della Gatta, interessato dal presente studio.

L'esame dei risultati dei calcoli di propagazione delle piene ha evidenziato il carattere sostanzialmente cinematico della propagazione delle piene, senza alcuna apprezzabile riduzione dei colmi nei due tratti considerati, ed induce ad assumere come costanti lungo i due tratti i valori delle portate al colmo, come nel seguito indicati:

Tabella 1 - Valori di portata assunti

Tratto	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
Q [mc/s]		
da ponte Pianello a confluenza T. Lucola	470	670
Da confluenza T. Lucola a ponte Gatta	550	790

I profili di piena possono inoltre essere calcolati, con approssimazione accettabile, impiegando in luogo dei modelli di propagazione di onde di piena di forma assegnata (moto vario), più semplici modelli di moto stazionario con transito di portate pari a quelle individuate nella precedente Tabella 1.

A tal fine si è impiegato il programma di calcolo numerico HEC-RAS (River Analysis System dell'Hydrologic Engineering Center – U.S. Corp of Engineers), implementando nel modello la geometria del corso d'acqua risultante dalla più recente campagna di rilievi topografici.

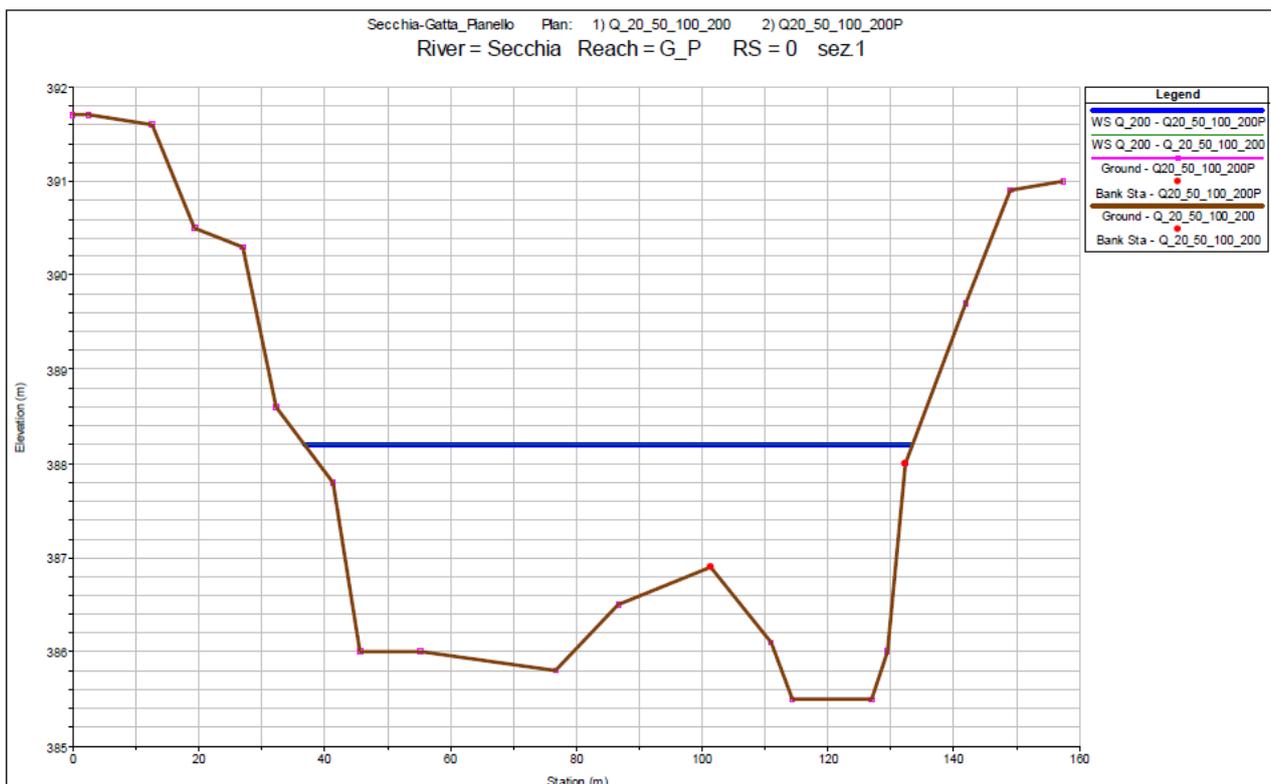
I risultati delle simulazioni forniscono per quanto riguarda la presente progettazione la sollecitazioni idrologiche nella sezione immediatamente a monte del ponte in esame, che costituiscono gli elementi sufficienti per le necessarie valutazioni preliminari, che dovranno essere approfondite in sede di progettazione definitiva.

Trattasi della sezione "00" dello studio idraulico richiamato, che come risulta dal seguente estratto grafico è posta immediatamente a monte del vecchio ponte demolito:



e quindi 120 m a monte del ponte in fase di analisi.

La sintesi delle relative condizioni idrauliche è riportata graficamente nella seguente sezione, desunta dagli studi suddetti, relativa al deflusso della portata di 790 mc/sec:



I parametri idraulici di deflusso sono di seguito riassunti:

River Sta	Plan	Q Total	Cum Ch Len	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
0	Q20_50_100_200P	790		385.5	388.2	388.17	389.17	0.01000 3	5.04	187.42	96.61	1.09

3) Valutazioni morfologiche

La tabella precedente riporta i dati di maggiore interesse: il massimo tirante idrico di 2,70 m; la larghezza effettiva dell'alveo attivo di 96,61 m, la max quota di deflusso di 388,20 m s.l.m. di poco superiore all'altezza critica di 388,17 m (corrente lenta), la quota della linea dell'energia di 389,17 m s.l.m. la relativa pendenza di circa 1%, la velocità di 5,04 m/s, il numero di Froude della corrente pari a 1,09.

Altri elementi interessanti scaturiscono dall'analisi morfologica speditiva seguente, facilmente riscontrabile sia con l'ausilio dell'allegata foto aerea acquisita nel Settembre 2021, nella quale si evidenzia la posizione della precedente sezione e quella delle spalle del ponte demolito:



Figura 2 - Aerofoto Settembre 2021

La situazione è confermata dal rilievo topografico aggiornato al Marzo 2022, di seguito riportato. L'alveo presenta in corrispondenza della sezione del vecchio ponte ad arco una biforcazione del canale di magra, con maggiore approfondimento del ramo in sponda sinistra, situazione qualitativamente corrispondente a quella esistente all'epoca del cedimento del medesimo vecchio ponte. I dati mostrano una tendenza nel tempo all'approfondimento del canale di magra suddetto, che indicano la tendenza della botta della corrente in piena ad addossarsi alla sponda sinistra, circostanza confermata dalla recente realizzazione di un'opera di difesa radente in tale posizione. Il canale di magra si riunifica circa 50 m a monte del ponte della SP9, e attraversa quest'ultimo in corrispondenza della seconda pila contata dalla sponda sinistra, indirizzandosi verso valle obliquamente all'asse fluviale verso la sponda destra con relativa botta su quest'ultima, difesa da una serie di pennelli repellenti.

Il ponte della SP9 si trova quindi in una zona di "flesso" della corrente di piena con canale inciso rettilineo particolarmente addossato alla suddetta seconda pila da sinistra, che pertanto appare al momento l'elemento più esposto all'erosione.



Figura 3 - Pila n. 3 da sinistra

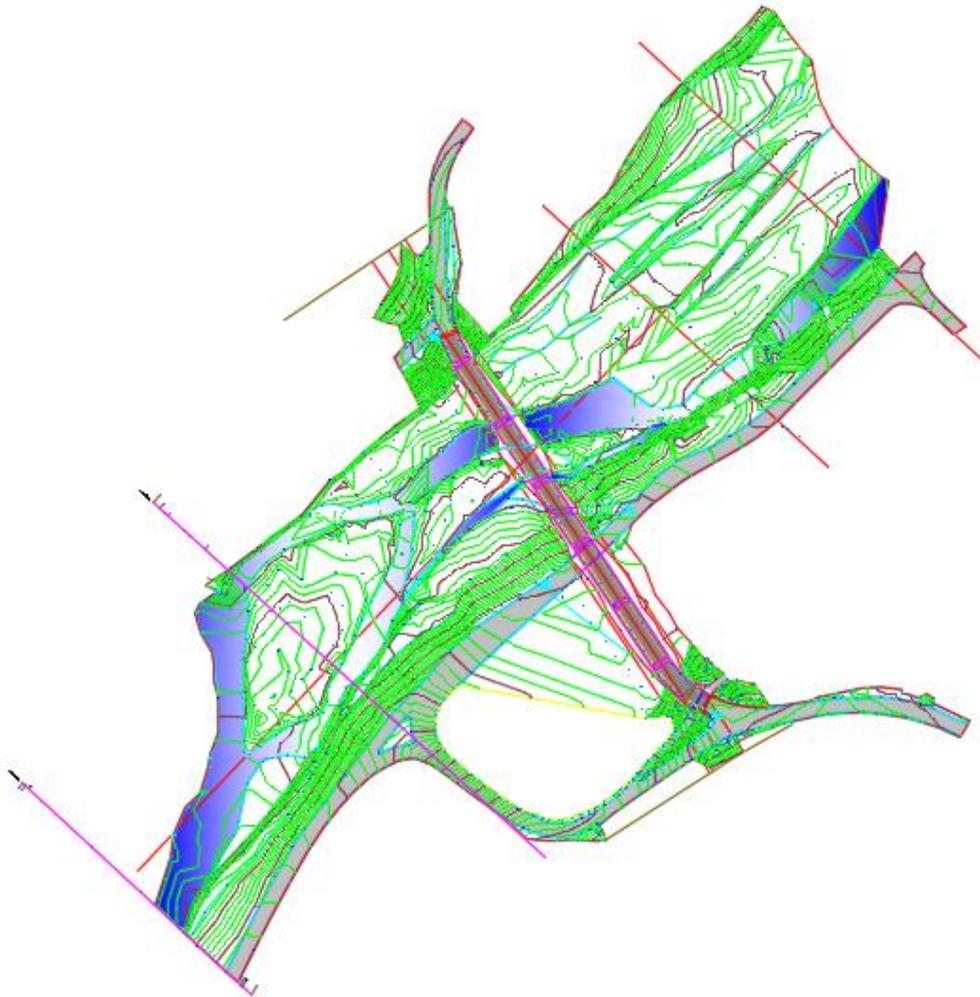


Figura 4 - Rilievo topografico Marzo 2022

Tenendo conto delle opere di difesa idraulica presenti a monte e a valle della sezione del ponte della SP9 si può ragionevolmente ritenere stabile la presente condizione morfologica come sopra descritta, almeno a livello qualitativo.

4) Verifica del franco di piena per Tr=200 anni

I rilievi eseguiti recentemente ci consentono di fare alcune prime considerazioni su quote e livelli di piena.

L'altezza cinetica a monte del ponte è $389,17 - 120 \times 0,01 - 381,06 = 6,91$ m

La quota d'intradosso dell'impalcato varia da 393,17 a 395,33 m s.l.m.

La quota di massima piena indisturbata stimata a monte è $388,17 - 120 \times 0,01 = 386,97$

Calcolo del sovrizzo della corrente Per $Q_{200} = 790$ Mc/Sec

$B_o = 107$ m $B_n = 99,5$ m $r = 0,93$

$Fr = 1,09$

$Rcr = \sqrt{(27 \times Fr^2 / (2 + Fr^2)^3)} = 0,99$

In prima approssimazione si utilizza la classica formula di Yarnell:

$$\frac{\Delta y}{y_2} = K_Y (K_Y - 0,6 + 5F_2^2) [1 - r + 1,5(1 - r)^4] F_2^2$$

Pier Shape		Pier Coefficient
Semicircular nose and tail		0.90
Twin-cylinder piers with connecting diaphragm		0.95
Twin-cylinder piers without diaphragm		1.05
90° triangular nose and tail		1.05
Square nose and tail		1.25
Ten pile trestle bent		2.50

Nel caso presente si ha $K_Y = 1,05$

$$\Delta y = 1,952 \times 1,05 \times (1,05 - 0,6 + 5 \times 1,09^2) \times [1 - 0,93 + 1,5 \times (1 - 0,93)^4] \times 1,09^2 = 1,09 \text{ m}$$

pertanto, considerando il rigurgito in corrispondenza delle pile il franco minimo è di : $393,17 - (386,97 + 1,09) = 5,11$ m, superiore al valore minimo del franco di 1,50 m stabilito dal cap. 5.1.2.3 delle NTC 2018 sia al 50% dell'altezza cinetica, pertanto il ponte risulta adeguato alla vigente normativa.

5) Calcolo spinta idrodinamica sulle pile

Come è stato precedentemente illustrato, per la piena bisecolare il battente idrico in corrispondenza delle pile è $1,952 + 1,09 = 3,04$ m

$$A_{defl} = 3,04 \times 96 = 291,84 \text{ mq} \quad V = 790 / 291,84 = 2,71 \text{ m/s}$$

Spinta unitaria= $\rho \times V^2 = 1000 \times 2,71 / 1000 = 7,33$ kN/mq

Spinta per unità di altezza sulle pile= $7,33 \times 2,50 = 18,325$ kN/m

6) Calcolo erosione

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) \times \left[2 \tanh\left(\frac{y_0}{s}\right) \right] \times f_2(forma) \times f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right)$$

in cui:

- d_s è la profondità dello scavo misurato a partire dal fondo del terreno indisturbato;
- s è la larghezza della pila di lunghezza l ;
- v_0 è la velocità media della corrente indisturbata
- v_{cr} è la velocità critica (velocità media della corrente a cui inizia il movimento del materiale di diametro caratteristico d);
- y_0 è la profondità della corrente indisturbata;
- α è l'angolo che la corrente indisturbata forma con la pila.

Le 3 funzioni f_1 , f_2 e f_3 sono così definite:

$$f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) = 0 \quad \text{per } v_0/v_{cr} \leq 0,5$$

$$f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) = 2 \frac{v_0}{v_{cr}} \quad \text{per } 0,5 < v_0/v_{cr} \leq 1$$

$$f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) = 1 \quad \text{per } v_0/v_{cr} > 1$$

$$f_2(forma) = 1 \quad \text{per pile circolari o con fronti arrotondate}$$

$$f_2(forma) = 0,75 \quad \text{per pile sagomate opportunamente per evitare distacco}$$

$$f_2(forma) = 1,3 \quad \text{per pile rettangolari}$$

$$f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right) \quad \text{è ricavabile da un grafico (=1 se la pila è posta nella direzione della corrente, indipendentemente dal valore di } \alpha)$$

Nel nostro caso assumiamo $V_0 = 2,71$ m/s $v_{cr} = 0,85 \sqrt{2gd \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}}$

Nel nostro caso si ottiene avendo posto $\gamma_s = 26.000$ Nm-3 (valore medio per il materiale di fondo) e $d = d_{50} = 0,12$ m si ottiene $V_{cr} = 1,68$ e quindi $V_0/V_{cr} = 1,31$
 $Y_0 = 3,04$ m

La funzione f_3 assume il valore 1,2, essendo $\alpha = 15^\circ$ e $l/s = 4$.

$f_1 = 1$; $f_2 = 0,75$; $f_3 = 1,2$ $s = 2,50$ m $l = 9,50$

si trova $d_s = 2,50 \times 1 \times 1,68 \times 0,75 \times 1,2 = 3,78$ m

Tale sarà la porzione dei pali di fondazione che risulterà scoperta; essendo la profondità dei pali pari a 12 m risulta sufficiente e cautelativo verificare in sede di progetto definitivo la stabilità della fondazione poggiante sui soli pali, con profondità di infissione ridotta a 8,22 m, considerando il livello idrico di piena e le spinte sulle pile, ed escludendo la concomitanza dei carichi mobili data l'eccezionalità della condizione. Considerata la modestia delle azioni in gioco rispetto alle dimensioni delle strutture di fondazione si può ritenere sin d'ora che l'esito sarà positivo..

7) Conclusioni

Le verifiche preliminari sopra riportate consentono di affermare che il ponte della SP9 sul fiume Secchia in loc. Gatta è adeguato dal punto di vista del franco idraulico.

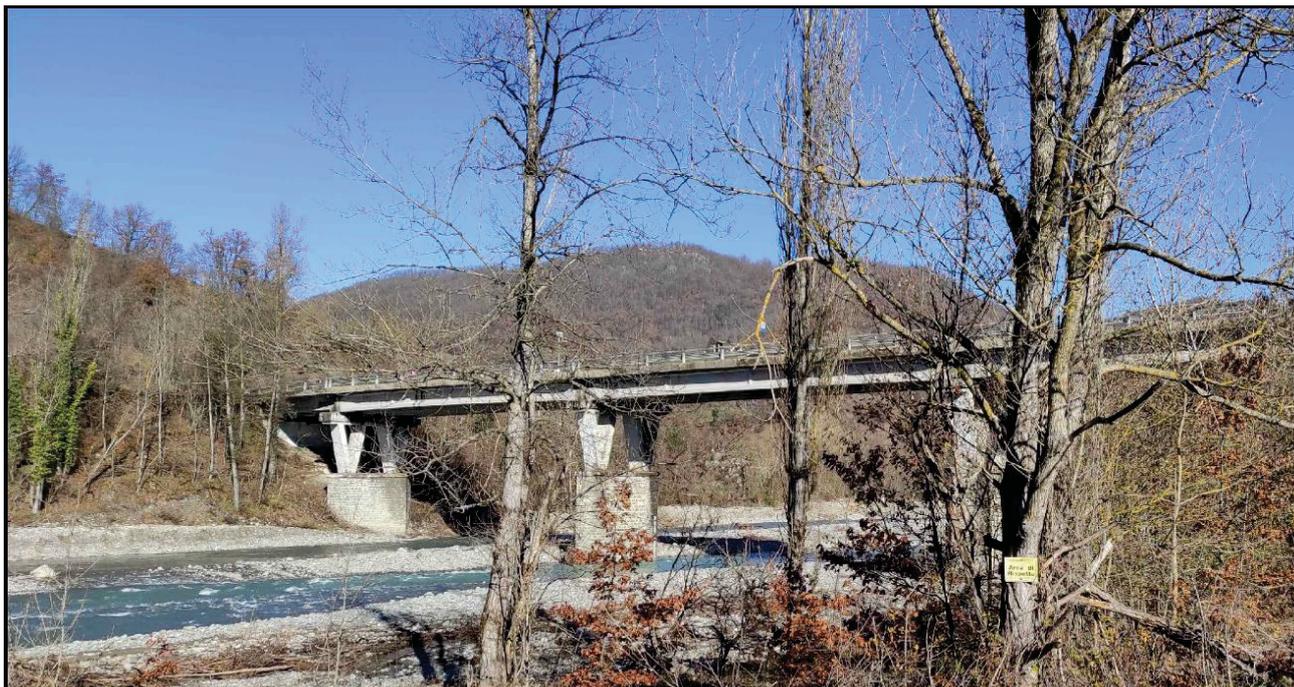
Peraltro considerando che le fondazioni palificate del ponte sono infisse in una bancata di ghiaia grossa di circa 10m di spessore e che i pali sono infissi nel sottostante substrato marnoso, si ritiene in generale poco probabile il verificarsi di problemi legati all'erosione del fondo.



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
corso Garibaldi, 26, Reggio Emilia
info@provincia.re.it

MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA
lungo la SP 9 al km 6+100 tra i comuni di Castelnovo ne' Monti e Villa Minozzo
- Lotto 2 - Lavori relativi a n. 6 campate e alla spalla destra e adeguamento del piano viabile -
CIG: 9002143369 - CUP: C27H20001640001 - CUP: C27H20001650001



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO

dott. ing. VALERIO BUSSEI
dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità
sostenibile, Patrimonio ed Edilizia
v.bussei@provincia.re.it

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. MARINO GALLO

U.O. Gestione Manufatti
m.gallo@provincia.re.it

IL PROGETTISTA

dott. ing. SALVATORE VERA
MAIN ENGINEERING s.r.l.
Via Carlo Levi, 10
42124 Reggio Emilia (RE)
0522-506337
info@mainengineering.eu
www.mainengineering.eu

Collaboratori:

Ing. Fabio Emmolo, Ing. Alessandro Emadei

ELABORATO

D.04

SERIE ELABORATI

Progetto di fattibilità tecnico economica

TITOLO DELL'ELABORATO

RELAZIONE TECNICA DI VULNERABILITÀ STRUTTURALE E SISMICA (STATO DI FATTO E IPOTESI DI MIGLIORAMENTO)



REVISIONI

REVISIONI			red.	contr.	red.	contr.
A	data	descrizione	F.E.	S.V.	F.E.	S.V.
A	14/06/2022	Rev. 01				
B					data	
C					31/05/2022	
D					scala	
E						

Premessa

Di seguito vengono eseguite le prime verifiche di sicurezza allo SLU e di vulnerabilità sismica allo SLV per il ponte in oggetto, nello stato di fatto al netto del degrado, che si presuppone di eliminare integralmente con gli interventi in progetto.

Le verifiche si basano sui rilievi geometrici, le due campagne di indagini in sito e l'esame della documentazione progettuale originale; grazie alle informazioni disponibili il livello di conoscenza risulta LC3 e pertanto viene adottato un fattore di confidenza $FC=1$.

CARATTERISTICHE MECCANICHE MATERIALI ESISTENTI							
	Rcm	fcm	fck	fctm	Ecm	v	G
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
Travi in cap	36	29,88	21,88	2,35	30551,8	0,2	12729,92
Travi in ca	24	19,92	11,92	1,57	27052,63	0,2	11271,93
aste e pulvini	28	23,24	15,24	1,84	28333,06	0,2	11805,44
basamenti	49	40,67	32,67	3,07	33512,35	0,2	13963,48
Spalle	26	21,58	13,58	1,71	27710,1	0,2	11545,88
Solette	40	33,2	25,2	2,58	31532,91	0,2	13138,71

acciaio tipo	FeB44k	
fyk	430	Mpa
ftk	540	Mpa

Armatura per precompressione:

f_{ptk} (tensione caratteristica di rottura) = 18000 daN/cm²

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 16200 daN/cm²

In primo luogo sono state effettuate le verifiche allo SLU nei confronti dei carichi e ai livelli di sicurezza previsti dalla vigente normativa per i ponti di cui alle NTC 2018, avvalendosi di un'analisi su modello FEM tridimensionale.

Queste ultime verifiche hanno fornito esito essenzialmente positivo, al netto di una lieve inadeguatezza della soletta in c.a. nelle campate di approccio; a questo proposito e per queste ultime si prevede di eseguire un rinforzo con introduzione di un traversino metallico rompitratta al fine di attivare un comportamento a piastra della soletta stessa nei confronti dei carichi stradali concentrati, in modo che risultino soddisfatte le verifiche di sicurezza anche al netto della perdita di sezione metallica per effetto della accertata presenza di cloruri.

Pertanto, presupponendo l'eliminazione del degrado e della relativa progressione, sotto il profilo delle azioni permanenti, carichi stradali, vento, frenamento ecc. il ponte risulterebbe adeguato ai sensi delle LLGG 2020.

Successivamente, è stata saggiata la vulnerabilità sismica del ponte analizzando in prima fase il comportamento allo stato di fatto delle sottostrutture (pile e fondazioni) con una analisi statica non lineare semplificata.

L'elemento maggiormente vulnerabile è stato individuato nei cavalletti costituenti la parte superiore delle pile, che presentano un indice $\xi = 0,32$ in corrispondenza dell'impalcato in c.a.p.

Al fine di valutare l'efficacia dell'introduzione dell'isolamento sismico in corrispondenza dell'appoggio degli impalcati del tratto centrale in c.a.p. è stata eseguita un'analisi sismica di tipo statico lineare sul modello FEM tridimensionale sia nello stato di fatto sia con l'introduzione di isolatori sismici, previsti in via preliminare del tipo elastomerico armato.

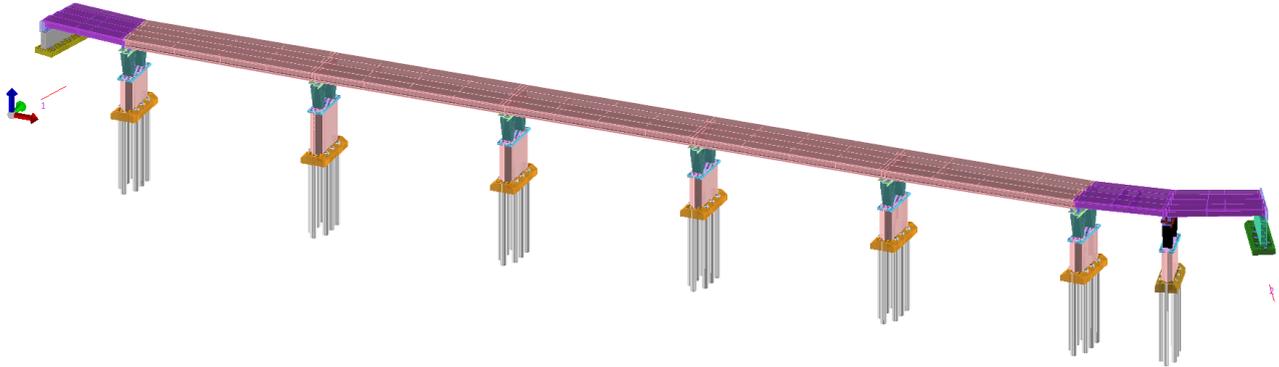
Il confronto dei risultati in termini di sollecitazioni sui cavalletti delle pile dimostra che tale provvedimento è in grado di dimezzare la domanda e pertanto si prevede che l'isolamento ipotizzato possa apportare un miglioramento sismico con un indice obiettivo minimo $\xi = 0,60$ come richiesto dalla committenza.

Inoltre, dovendo le sottostrutture permanere in campo sostanzialmente elastico, si renderà necessario un intervento di rinforzo della base delle aste dei cavalletti delle pile al fine di accrescerne la duttilità e la resistenza ultima.

Inoltre, l'inserimento dell'isolamento sismico a livello dell'appoggio dell'impalcato a travi precomprese, si renderà necessario un adeguamento del giunto di collegamento alle campate di raccordo in c.a.o. con interventi sulle testate delle travi di queste ultime.

In sede di analisi definitive verranno eseguite analisi più approfondite e dettagliate, anche per la determinazione della domanda sismica (spettro di risposta calcolato mediante specifica analisi di risposta sismica locale) e dell'interazione terreno struttura in fase sismica (impedenza del sistema di fondazione).

Verifiche preliminari SLU - Ponte Secchia SP9



Modello FEM 3D con interazione terreno struttura

Tipo	Descrizione	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	SLU		
						$\gamma\psi_0$	$\gamma\psi_1$	$\gamma\psi_2$
Carichi Mobili	Q_{ik}	1.35	0.75	0.75	0	1.0125	1.0125	0
	Folla marciapiede	1.35	0.4	0.4	0	0.54	0.54	0
	q_{ik}	1.35	0.4	0.4	0	0.54	0.54	0
	Altre corsie	1.35	0.4	0	0	0.54	0	0
	Frenatura	1.35	0	0	0	0	0	0
	Forza centrifuga	1.35	0	0	0	0	0	0
Altri carichi variabili	Vento	1.5	0.6	0.2	0	0.9	0.3	0
Pesi propri g_1	Peso proprio strutturale	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35
	Spinta terreno	1.3	1	1	1	1.3	1.3	1.3
Pesi propri g_2	Asfalto	1.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5
	Marciapiedi + Sicurvia	1.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5

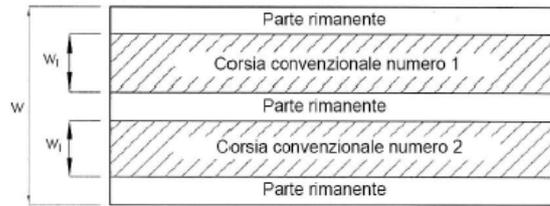
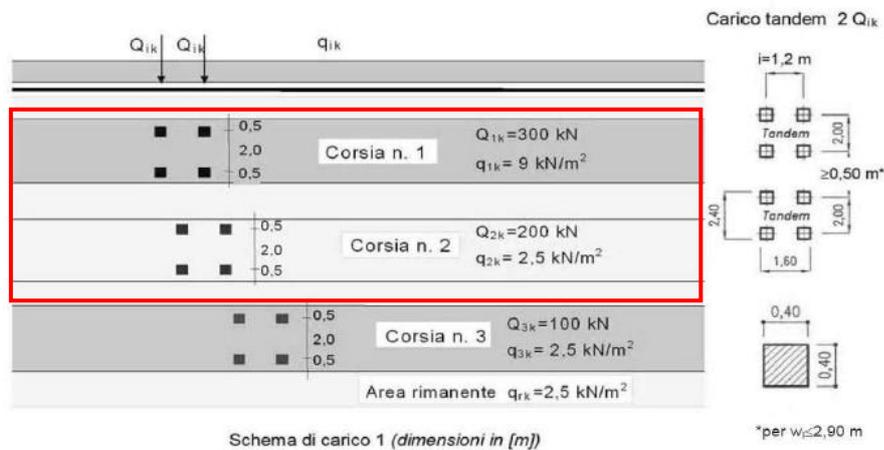


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

Larghezza della superficie carrabile "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_l = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_l = 2$	$w/2$	0
$6,0 \leq w$	$n_l = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_l)$



Tab. 5.1.IV - Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

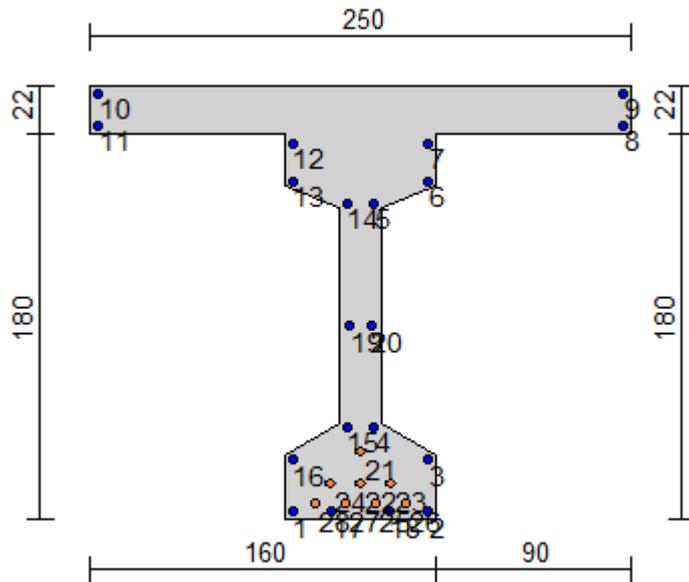
Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili	
	Carichi verticali		Carichi orizzontali		Carichi verticali	
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali

(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)

(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Verifica trave principale in c.a.p.



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	90.0	30.0
2	115.0	45.0
3	115.0	145.0
4	90.0	155.0
5	90.0	180.0
6	0.0	180.0
7	0.0	202.0
8	250.0	202.0
9	250.0	180.0
10	160.0	180.0
11	160.0	155.0
12	135.0	145.0
13	135.0	45.0
14	160.0	30.0
15	160.0	0.0
16	90.0	0.0

Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area cmq	Pretens. (s/n)
1	93.6	3.6	0.79	no
2	156.4	3.6	0.79	no
3	156.4	28.0	0.79	no
4	131.4	43.0	0.79	no
5	131.4	147.4	0.79	no

6	156.4	157.4	0.79	no
7	156.4	175.0	0.79	no
8	246.4	183.6	1.13	no
9	246.4	198.4	1.13	no
10	3.6	198.4	1.13	no
11	3.6	183.6	1.13	no
12	93.6	175.0	0.79	no
13	93.6	157.4	0.79	no
14	118.6	147.4	0.79	no
15	118.6	43.0	0.79	no
16	93.6	28.0	0.79	no
17	111.6	3.6	0.79	no
18	138.4	3.6	0.79	no
19	120.0	90.0	0.79	no
20	130.0	90.0	0.79	no
21	125.0	32.0	12.44	si
22	125.0	17.0	12.44	si
23	139.0	17.0	12.44	si
24	111.0	17.0	12.44	si
25	132.0	7.3	12.44	si
26	146.0	7.3	12.44	si
27	118.0	7.3	12.44	si
28	104.0	7.3	12.44	si

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C1. 36.0

Rcm (resistenza media cubica a compressione) = 360.00 daN/cm²
fcm (resistenza media cilindrica a compressione) = 299.00 daN/cm²

fcd = 199.33 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.90 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 146476 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 328106 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.00:

Rcm = 360.00 daN/cm²

fcm = 299.00 daN/cm²

fcd = 199.33 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 1.00$; $\gamma_c = 1.50$)

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²

fyd = 3739 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.00:

fyk = 4300 daN/cm²

$f_{yd} = 3739 \text{ daN/cm}^2$ ($\gamma_a = 1.15$)

Armatura per precompressione:

f_{ptk} (tensione caratteristica di rottura) = 18000 daN/cm²

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 16200 daN/cm²

ϵ_{ptk} (def. a rottura) = 0.05000

ϵ_{ud} (def. ultima) = 0.02000

ϵ_{prec} (def. alla decompressione del CLS) = 0.00500

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: tipo P)

Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: tipo M)

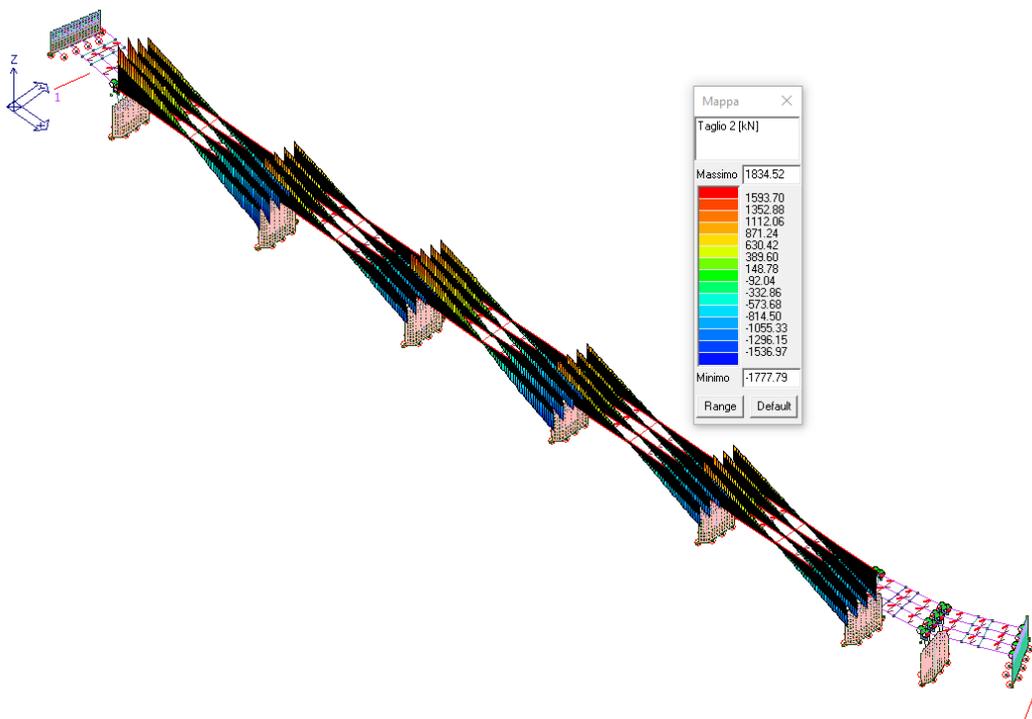
Verifica con N_u costante (sigla verifica: tipo N)

Verifiche SLU (verifica Ok per $S_d/S_u < 1$)

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	ϵ_c %	ϵ_a %	Sd/Su	Verif.
16	86.0	15447.2	0.0	P	138.3	24862.2	0.0	0.350	0.829	0.620	OK
16	86.0	15447.2	0.0	M	12173.3	15442.6	0.0	0.343	0.015	0.010	OK
16	86.0	15447.2	0.0	N	86.0	24855.9	0.0	0.350	0.841	0.620	OK

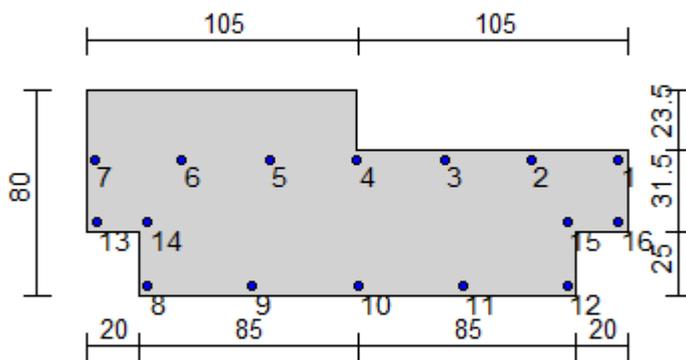
Verifica a taglio appoggio trave c.a.p.



b_w 70 cm
 d 190 cm
 f_{ctd} 1.566667 Mpa

sig_cp 3.867 MPa
 Vrd 2716.259 kN > Ved 1834.52 kN

Verifica trave pulvino in c.a.



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0.0	80.0
2	105.0	80.0
3	105.0	56.5
4	210.0	56.5
5	210.0	25.0
6	190.0	25.0
7	190.0	0.0
8	105.0	0.0
9	20.0	0.0
10	20.0	25.0
11	0.0	25.0

Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area cmq	Pretens. (s/n)
1	206.4	52.9	3.80	no
2	172.5	52.9	3.80	no
3	138.6	52.9	3.80	no
4	104.7	52.9	3.80	no

5	70.8	52.9	3.80	no
6	36.9	52.9	3.80	no
7	3.0	52.9	3.80	no
8	23.6	3.6	3.80	no
9	64.3	3.6	3.80	no
10	105.0	3.6	3.80	no
11	145.7	3.6	3.80	no
12	186.4	3.6	3.80	no
13	3.6	28.6	3.80	no
14	23.6	28.6	3.80	no
15	186.4	28.6	3.80	no
16	206.4	28.6	3.80	no

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C1. 28

Rcm (resistenza media cubica a compressione) = 280.00 daN/cm²

fcm (resistenza media cilindrica a compressione) = 230.00 daN/cm²

fcd = 153.33 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 18.40 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 11805 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 28333 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.00:

Rcm = 280.00 daN/cm²

fcm = 230.00 daN/cm²

fcd = 153.33 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 1.00$; $\gamma_c = 1.50$)

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²

fyd = 3739 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.00:

fyk = 4300 daN/cm²

fyd = 3739 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: tipo P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: tipo M)

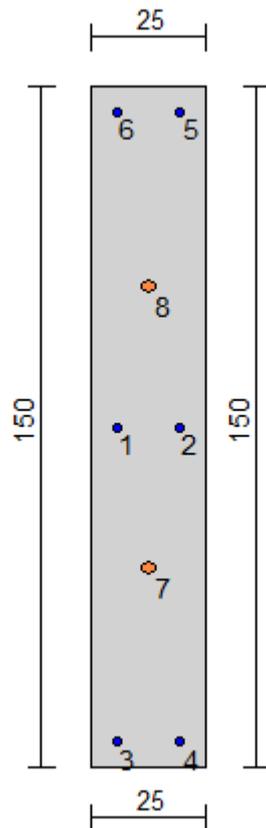
Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	ϵ_c %	ϵ_a %	Sd/Su	Verif.
11	-967.7	158.7	0.0	P	-1741.0	285.6	0.0	0.350	2.740	0.560	OK
10	-885.4	178.7	0.0	M	-2023.4	178.8	0.0	0.350	6.439	0.440	OK
21	-801.4	198.7	0.0	N	-801.4	584.8	0.0	0.350	1.530	0.340	OK

Verifica Traverso c.a.p.



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0.0	150.0
2	25.0	150.0
3	25.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area cmq	Pretens. (s/n)
1	5.6	75.0	0.79	no
2	19.4	75.0	0.79	no
3	5.6	5.6	1.13	no
4	19.4	5.6	1.13	no
5	19.4	144.4	1.13	no
6	5.6	144.4	1.13	no
7	12.5	44.0	5.60	si
8	12.5	106.0	5.60	si

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:**Calcestruzzo classe: C1. 36.0**Rcm (resistenza media cubica a compressione) = 360.00 daN/cm²fcm (resistenza media cilindrica a compressione) = 299.00 daN/cm²fcd = 199.33 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)fctm (resistenza a trazione media) = 28.90 daN/cm²G (modulo di elasticità tangenziale) = 146476 daN/cm²E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 328106 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.35:

Rcm = 266.67 daN/cm²fcm = 221.48 daN/cm²fcd = 221.48 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 1.00$; $\gamma_c = 1.00$)**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k**fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²fyd = 3739 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm² ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Valori di calcolo per materiale esistente con F.C.= 1.35:

fyk = 3185 daN/cm²fyd = 3185 daN/cm² ($\gamma_a = 1.00$)**Armatura per precompressione:**fptk (tensione caratteristica di rottura) = 18700 daN/cm²fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 16830 daN/cm² ϵ_{ptk} (def. a rottura) = 0.05000 ϵ_{ud} (def. ultima) = 0.02000 ϵ_{prec} (def. alla decompressione del CLS) = 0.00500**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: tipo P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: tipo M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

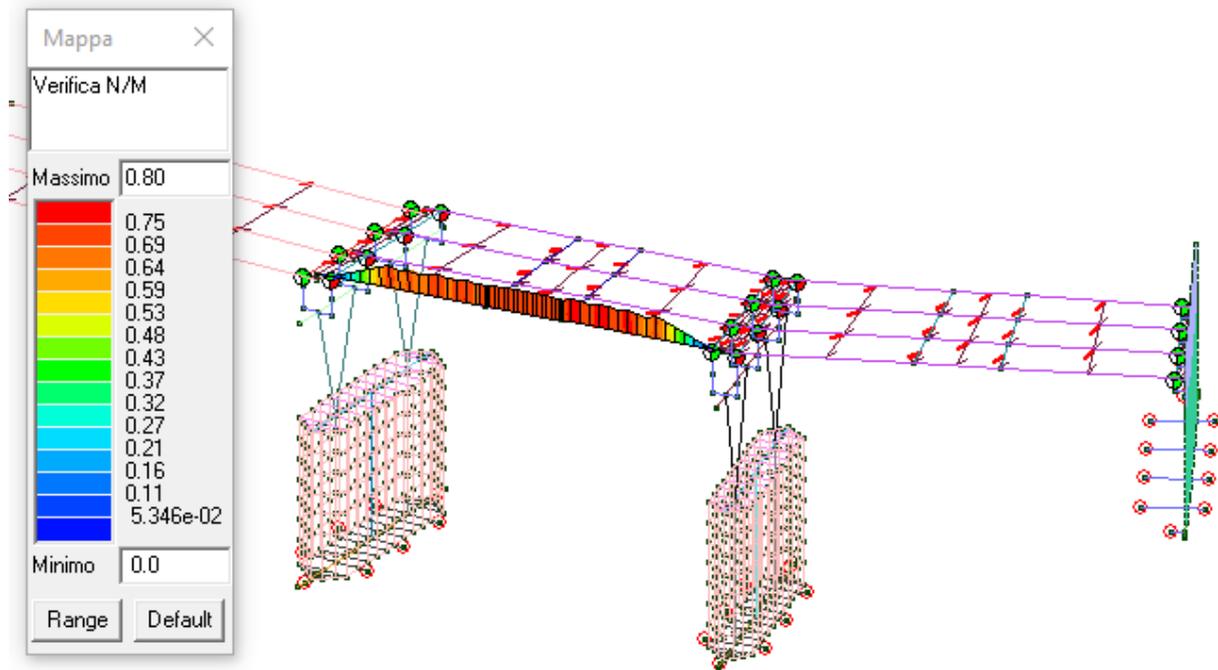
Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

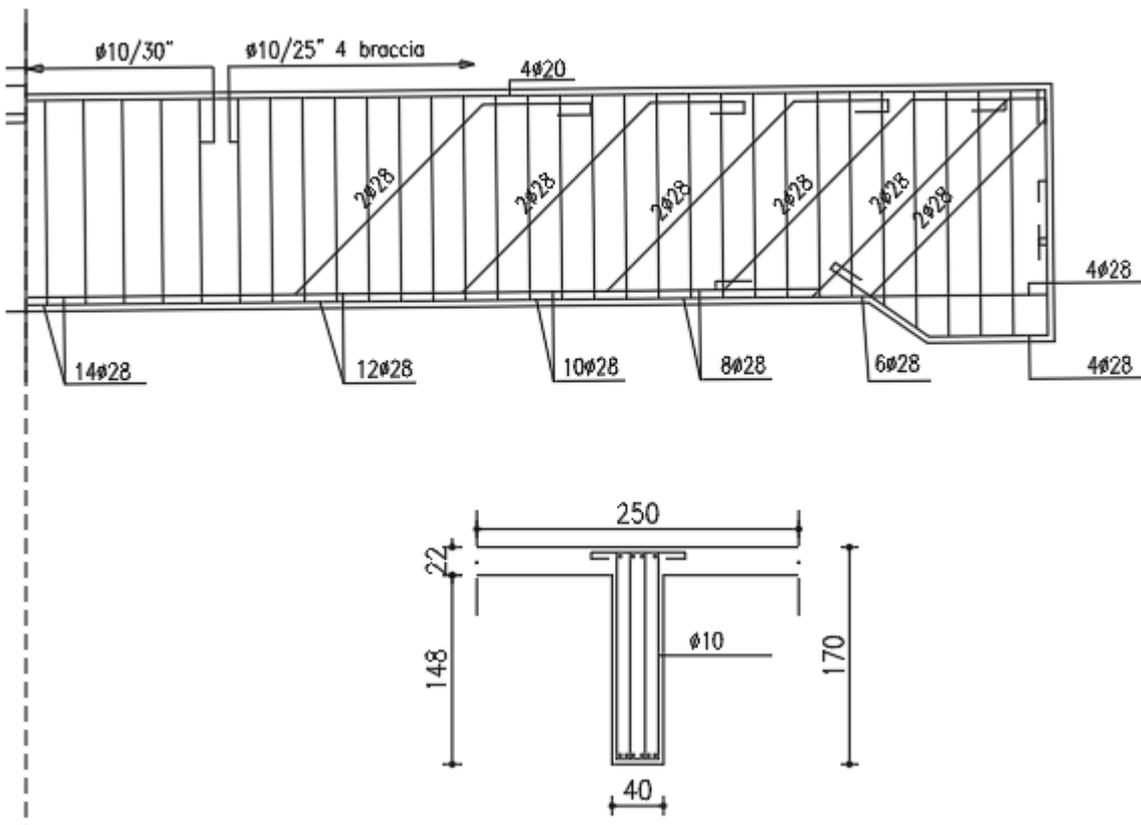
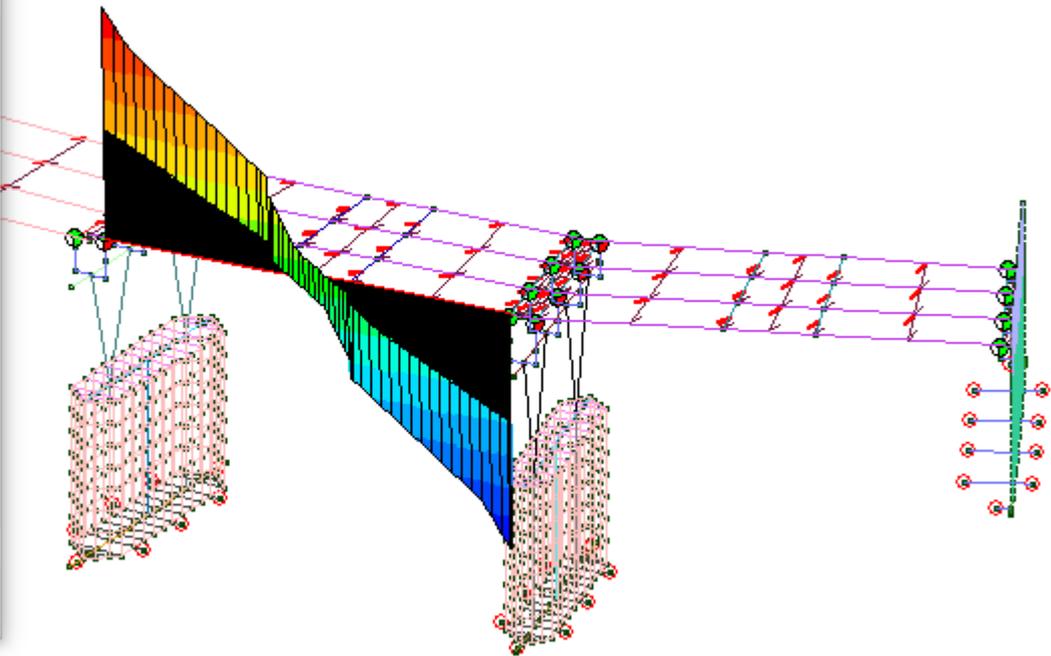
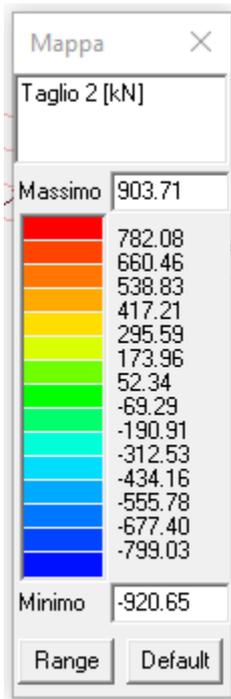
Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	ϵ_c	ϵ_a	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
27	-11632.6	-819115.4	0.0	P	-103040.9	-7255703.0	0.0	0.339	2.000	0.110	OK

5	-11668.8	-573874.1	0.0	M	-204141.5	-575186.1	0.0	0.033	2.000	0.060	OK
27	-11632.6	-819115.4	0.0	N	-11632.5	-11289290.0	0.0	0.350	1.110	0.070	OK

Trave principale in c.a.





Verifiche

Taglio

Caratteristiche della sezione

Sezione Rettangolare $b = 40 \text{ cm}$ $h = 170 \text{ cm}$ Dati sezione...

Armature [cm²]

superiore :	12.57	staffe:	3.14 x 4	Dati armatura
inferiore :	36.95	parete:	---	
		sagomati:	12.32	Valori minimi

Modalità

Verifica Opzioni

Progetto

Esegui Chiudi

Normativa Sezione Materiali

Eurocodice 2
secondo la versione approvata come norma Europea ENV 1992-1-1

$b = 40 \text{ cm}$ $h = 170 \text{ cm}$

Calcestruzzo
C20/25

Acciaio
Fe B 44k

Risultati verifica

Sezione verificata

Valori limiti del taglio:

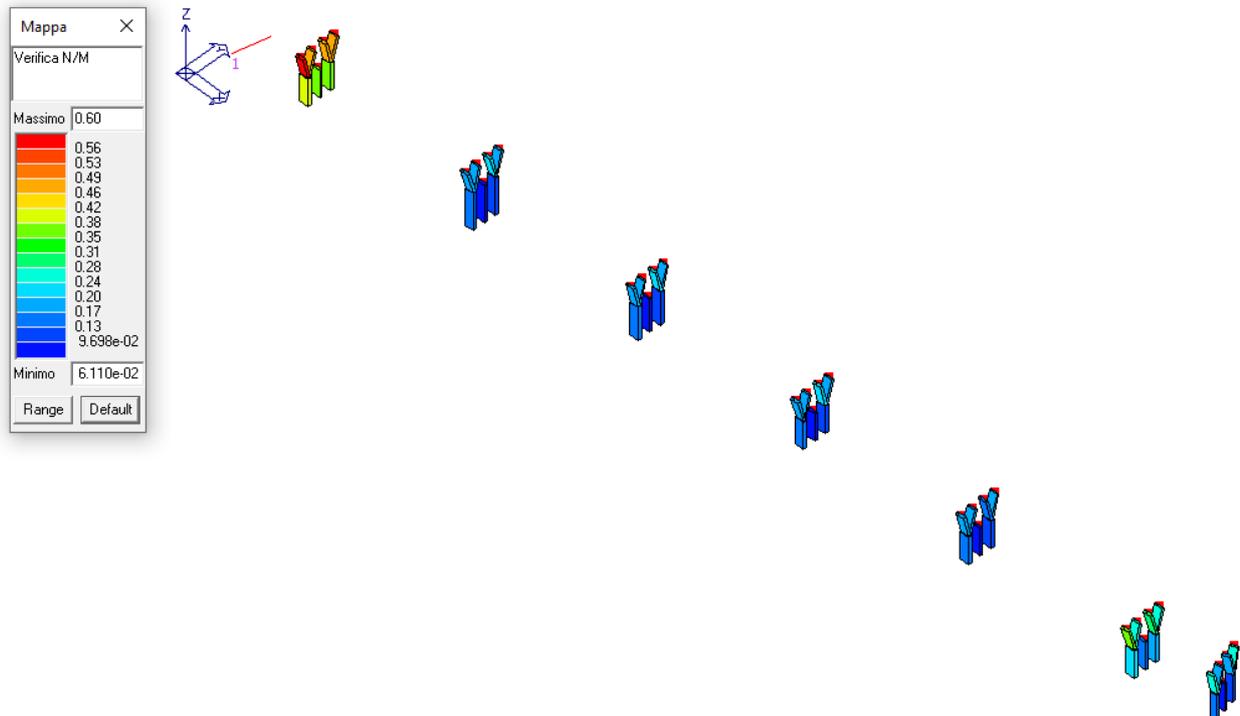
VRd1= 243.6 kN
VRd2= 2390.4 kN

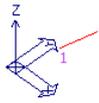
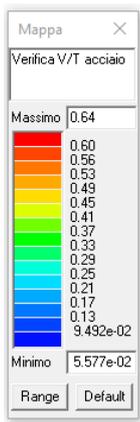
Metodo normale:

VRd2= 2390.4 kN
VRd3= 1918.5 kN

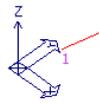
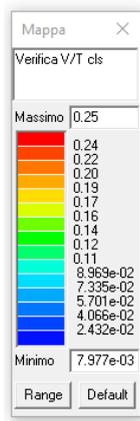
Stampa Chiudi

Verifica Pile





12



12

VERIFICA SOLETTA CAMPATE IN C.A.P.

l,asse	2.5 m
l,netta	1.8 m
l,calcolo	2.15 m
$\alpha =$	12

analisi dei carichi						
	p.p. (kN/m3)	h (m)	L (m)	Pk (kN/m)	γ	Pd (kN/m)
Soletta	25	0.22	1	5.5	1.35	7.425
asfalto	20	0.15	1	3	1.5	4.500

$M_{m,ed} = 4.594$ kNm

	Qk (kN)	lq (m)	Qk (kN/m)	γ	Qd (kN/m)
schema 2	200	1.17	170.9402	1.35	230.8

$M_{m,ed} = 60.19$ kNm

$M_{tot,ed} = 64.79$ kNm < **64.93 kNm**

VERIFICA SODDISFATTA

fcd	21.33 MPa	
fyd	373.9 MPa	
bw	100 cm	
h	22 cm	
c	2.5 cm	
d	19.5 cm	
Asw	1.54 cm ²	
s	22 cm	
alpha	45 °	
cotalpha	1	
theta	45 °	
cottheta	1	
alpha_c	1	
v	0.5	
VRsd	649.60 kN	
VRcd	1871.71 kN	
VRd	649.60 kN	
Ved	147.82 kN	VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICA SOLETTA CAMPATE IN C.A.

l _{asse}	2.49 m
l _{netta}	2.09 m
l _{calcolo}	2.29 m
α =	12

analisi dei carichi

	p.p. (kN/m ³)	h (m)	L (m)	Pk (kN/m)	γ	Pd (kN/m)
Soletta	25	0.22	1	5.5	1.35	7.425
asfalto	20	0.15	1	3	1.5	4.500

M_{m,ed} = 5.211 kNm

	Qk (kN)	l _q (m)	Qk (kN/m)	γ	Qd (kN/m)
schema 2	200	1.17	170.9402	1.35	230.8

M_{m,ed} = 65.58 kNm

M_{tot,ed} = 70.79 kNm > 64.93 kNm

VERIFICA NON SODDISFATTA

The screenshot shows the software interface for 'Verifica C.A. S.L.U. - File'. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2018 - Strutture esistenti), a toolbar, and several configuration panels. The 'Titolo' field is empty. The 'N° strati barre' is set to 2. The 'Tipo Sezione' panel has 'Rettan.re' selected. The 'P.to applicazione N' panel has 'Centro' selected. The 'Materiali' panel shows 'FeB44k' and 'fcm 33' with various material properties like ϵ_{cu} , f_y , E_s , E_s/E_c , ϵ_{sy} , $\sigma_{s,adm}$, τ_{c1} , σ_c , σ_s , ϵ_c , ϵ_s , d , x/d , and δ . The 'Tipo rottura' is 'Lato calcestruzzo - Acciaio snervato'. The 'Metodo di calcolo' panel has 'S.L.U.' and 'Metodo n' selected. The 'Tipo flessione' panel has 'Retta' selected. The 'N° rett.' is 100. The 'Calcola MRd' button is visible. The 'M-curvatura' panel is also present.

fcd	21.33 MPa
fyd	373.9 MPa
bw	100 cm
h	22 cm
c	2.5 cm
d	19.5 cm
Asw	1.54 cm ²
s	22 cm
alpha	45 °
cotalpha	1
theta	45 °
cottheta	1
alpha_c	1
v	0.5
VRsd	649.60 kN
VRcd	1871.71 kN
VRd	649.60 kN
VED	148.65 kN

VERIFICA SODDISFATTA

Verifiche preliminari SLV Ponte Secchia SP9 Stato di Fatto (Anlisi statica Non Lineare Semplificata)

Vengono riportate di seguito le verifiche allo stato di fatto condotte sulle pile in c.a., utilizzando, in accordo al C8.8.5.3 della circolare alle NTC18, una analisi non lineare statica semplificata.

Verifica pila in direzione longitudinale al ponte (puntone in c.a.)

Caratteristiche del puntone in c.a.

Geometria

Sezione Rettangolare Sezione a T

b: 500 mm [Base]
 H: 1700 mm [Altezza]
 c': 40 mm [Coprifermo superiore]
 c: 40 mm [Coprifermo inferiore]
 A_s: 1 520.531 mm² [Area armatura superiore]
 A_s: 1 520.531 mm² [Area armatura inferiore]

Inverti Armature Aggiorna

Sollecitazioni

load-ratio 0.117 Nad 1657 kN Nu 14 170 kN Polo M 850.00 mm

Materiali

Calcestruzzo

Comportamento in Compressione

f_{ck}: 23 MPa e_{co}: 0.0020
 f_{cd}: 15.33 MPa e_{cu}: 0.0040
 k: 1 e_{ps0}: 0.0001
 E_{cm}: 30 890.945 MPa e_{psm}: 0.0060

Comportamento in Trazione

d_{max}: 22 mm CLS teso reagente: si no
 f_{ctd}: 1.618 MPa α: 22.538 mm e_{ct0}: 0.000052 e_{ctu}: 0.001180

Acciaio

f_{yk}: 430 MPa e_{yd}: 0.0019 λ: 11.364
 f_{yd}: 373.91 MPa e_{uk}: 0.04 σ_{cr}: 0.004 MPa
 E_s: 200000 MPa e_{ud}: 3.6000 Tipologia barre: lisce nervate

Diagramma M-X

Discretizzazione Diagramma

N° punti tra eps0 e ec0: 30 N° punti tra ec0 e epam: 30

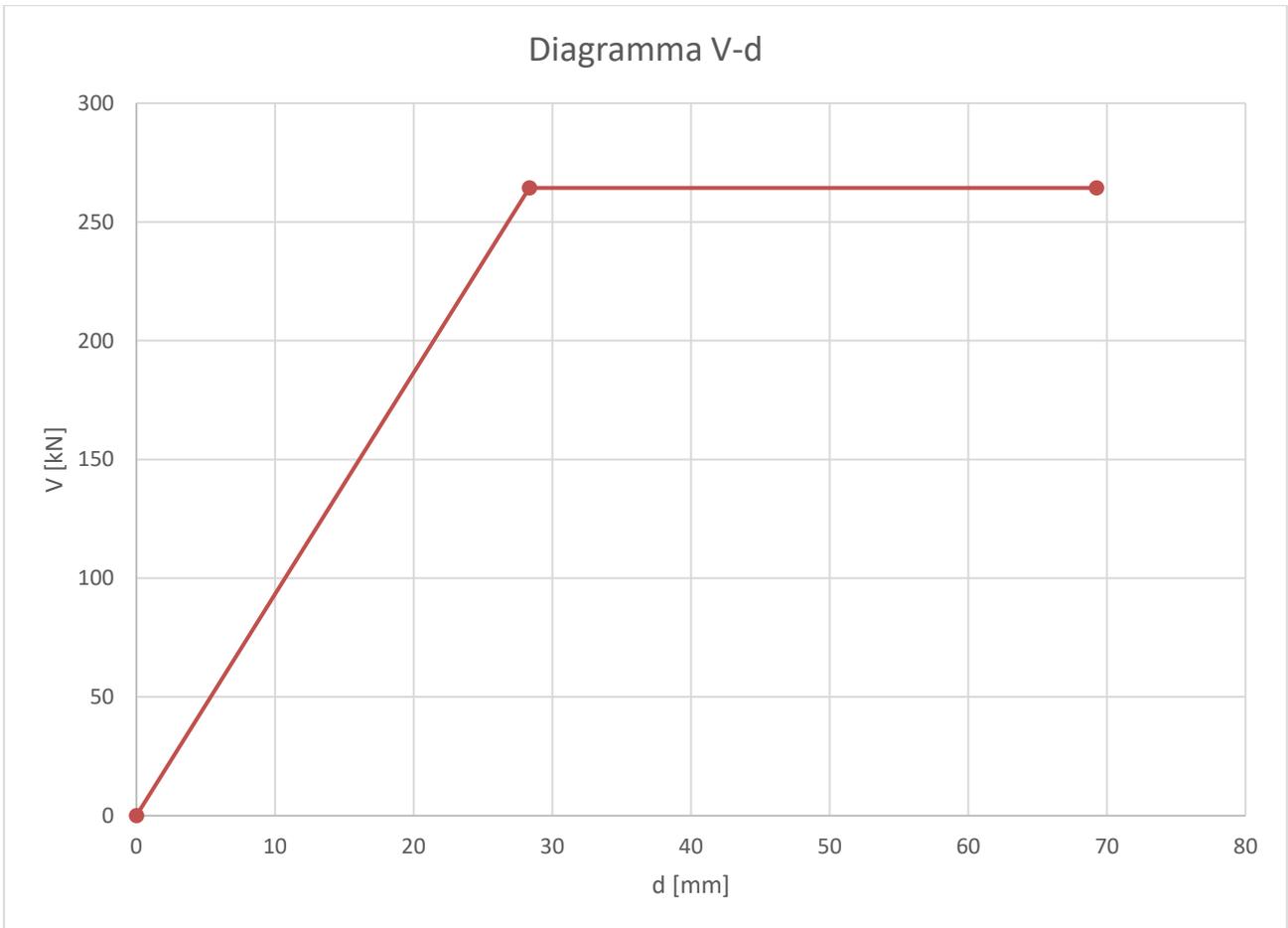
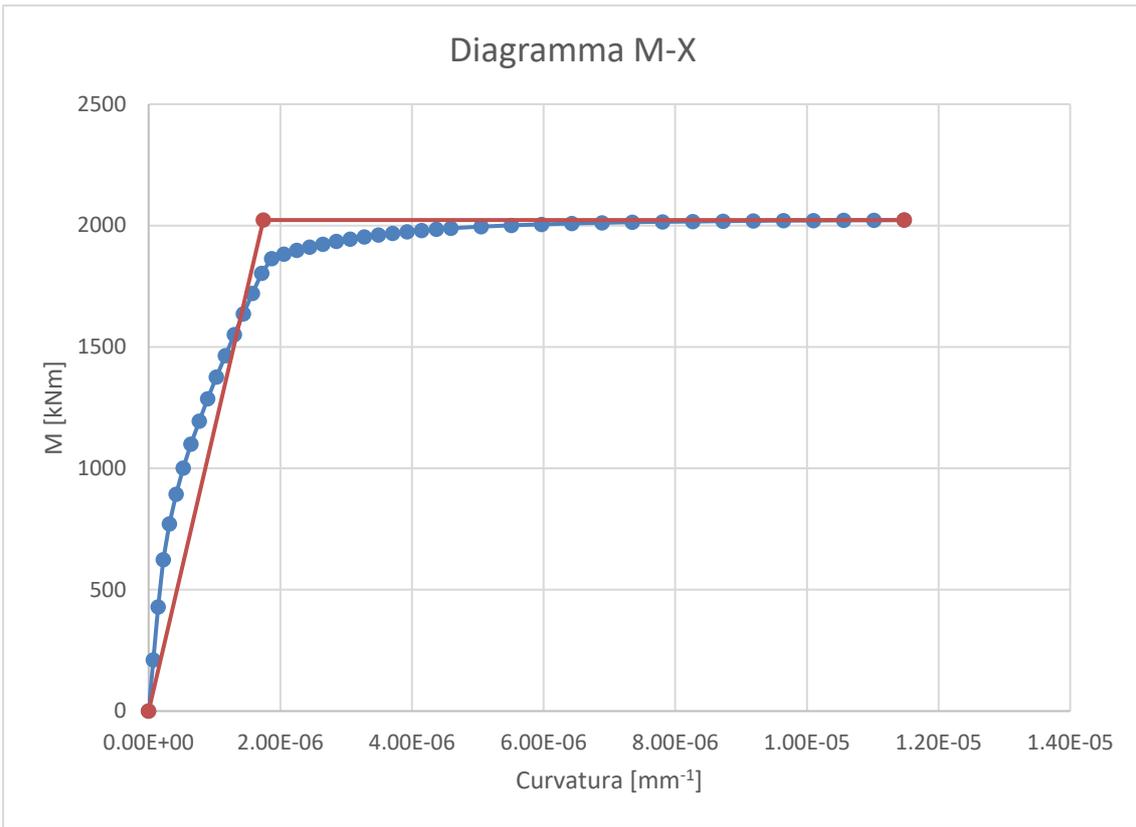
Disegna Diagramma M-X Salva immagine Diagramma

Mmax = 2 022.75 kNm

Punti Caratteristici

Mcr	607.502 kN m	Xcr	2.16E-07 1/mm
My	480.732 kN m	Xy	1.64E-07 1/mm

Visualizza Punti Esporta Punti: Excel
 Esporta Punti: .bt



VERIFICA DUTTILE - SLV (direzione longitudinale al ponte)

$M_{u,x} =$	2022.751 kN			$\phi_y = 2 \left(\phi_u - \frac{E}{M_u} \right)$
$\phi_{y,x} =$	1.74E-06 mm-1			
$\phi_{u,x} =$	1.15E-05 mm-1			
H	7652.71 mm	7.6527 m		
I_p	570 mm	0.5700 m		$\delta_y = \frac{\phi_y H^2}{3v}$
v	1.2			
δ_y	28.35 mm	0.0284 m		$\delta_u = \delta_y + (\phi_u - \phi_y) l_p \left(H - \frac{l_p}{2} \right)$
δ_u	69.25 mm	0.0692 m		
$V_{y,c}$	264.318 kN	0		
k_{punte}	9321.82 kN/m			
T	0.85 sec	>	$T_c =$	0.55 sec
$a_{g,SLV}$	4.50 m/sec ²			
q	1.00		2.88	
$\delta_{x,D,el}$	81.54 mm		0.08 m	
$\delta_{x,D}$	81.54 mm		0.08 m	
$V_{x,D}$	264.3 kN			
$M_{x,D}$	2022.8 kNm			
$\delta_{x,c}$	34.62 mm			
$\delta_{x,D}/\delta_{x,c}$	2.35	>	1	Verifica non soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV (direzione longitudinale al ponte)				
h =	1.7 m			altezza sezione
b =	0.5 m			base sezione
c =	0.04 m			copriferro
L_v =	7.65 m			lunghezza di taglio
x =	0.375 m			profondità asse neutro
A_c =	0.6804 m			area sezione (confinata)
f_{cd} =	15 Mpa			Resistenza compressione cls
f_{yd} =	373.91 Mpa			Resistenza acciaio
arm long	14 n°			Armatura longitudinale
	22 mm			
ρ_{tot} =	0.63%	>	0.50%	percentuale armatura
staffe	2 bracci			Armatura trasversale
	8 mm			
passo	0.22 m			
A_{sw}/p =	456.73 mm ² /m			

N =	1657.5	<	5613.3	kN	Sforzo normale
$\mu_{\Delta,pl}$	1.88				duttilità richiesta
$V_N =$	143.491			kN	
$V_C =$	66.888			kN	
$V_W =$	276.655			kN	
$\gamma_{el} =$	1.25				coefficiente di sicurezza
$V_{x,c} =$	389.627			kN	
$V_{x,D} \setminus V_{x,C}$	0.68	<	1		Verifica soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV base (direzione longitudinale al ponte)					
h =	1.7	m			altezza sezione
b =	0.8	m			base sezione
c =	0.04	m			copriferro
$L_v =$	0.50	m			lunghezza di taglio
x =	0.375	m			profondità asse neutro
$A_c =$	1.1664	m			area sezione (confinata)
$f_{cd} =$	15	Mpa			Resistenza compressione cls
$f_{yd} =$	373.91	Mpa			Resistenza acciaio
arm long	28	n°			Armatura longitudinale
	22	mm			
$\rho_{tot} =$	0.78%		>	0.50%	percentuale armatura
staffe	4	bracci			
	8	mm			
passo	0.22	m			
$A_{sw} / p =$	913.45	mm ² /m			Armatura trasversale
N =	3295		<	9622.8	kN
$\mu_{\Delta,pl}$	1.88				duttilità richiesta
$V_N =$	4365.875			kN	
$V_C =$	488.137			kN	
$V_W =$	553.311			kN	
$\gamma_{el} =$	1.25				coefficiente di sicurezza
$V_{x,c} =$	4325.858			kN	
$V_{x,D} =$	660.795			kN	
$V_{x,D} \setminus V_{x,C}$	0.15		<	1	Verifica soddisfatta

Verifica pila in direzione longitudinale al ponte (puntone in c.a.)

Caratteristiche della base del puntone in c.a.

Geometria

Sezione Rettangolare Sezione a T

b: 800 mm [Base]
 H: 1700 mm [Altezza]
 c': 40 mm [Copriferno superiore]
 c: 40 mm [Copriferno inferiore]
 As: 3 041.062 mm² [Area armatura superiore]
 Ai: 3 041.062 mm² [Area armatura inferiore]

Inverti Armature Aggiorna

Sollecitazioni

load-ratio: 0.143 Nsd: 3315 kN Nu: 23 128 kN Polo M: 850.00 mm

Materiali

Calcestruzzo

Comportamento in Compressione

fck: 23 MPa eco: 0.0020
 fcd: 15.33 MPa ecu: 0.0040
 k: 1 eps0: 0.0002
 Ecm: 30 890.945 MPa epsm: 0.0060

Comportamento in Trazione dmax: 22 mm CLS teso reagente: si no

fctd: 1.618 MPa α: 22.538 mm ecto: 0.000052 ectu: 0.001180

Acciaio

fyk: 430 MPa eyd: 0.0019 Δ: 11.364
 fyd: 373.91 MPa euk: 0.04 σcr: 0.004 MPa
 Es: 200000 MPa eud: 3.6000 Tipologia barre: lisce nervate

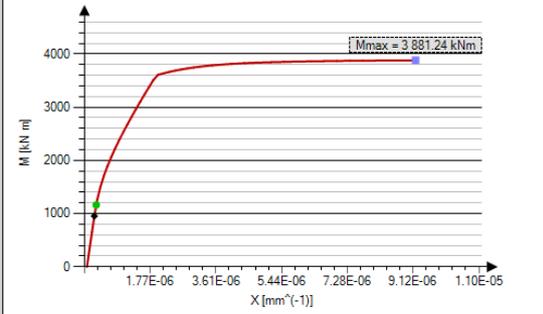
Diagramma M-X

Dominio M-N

Discretizzazione Diagramma

N° punti tra eps0 e ec0: 30 N° punti tra ec0 e epsm: 30

Disegna Diagramma M-X Salva immagine Diagramma



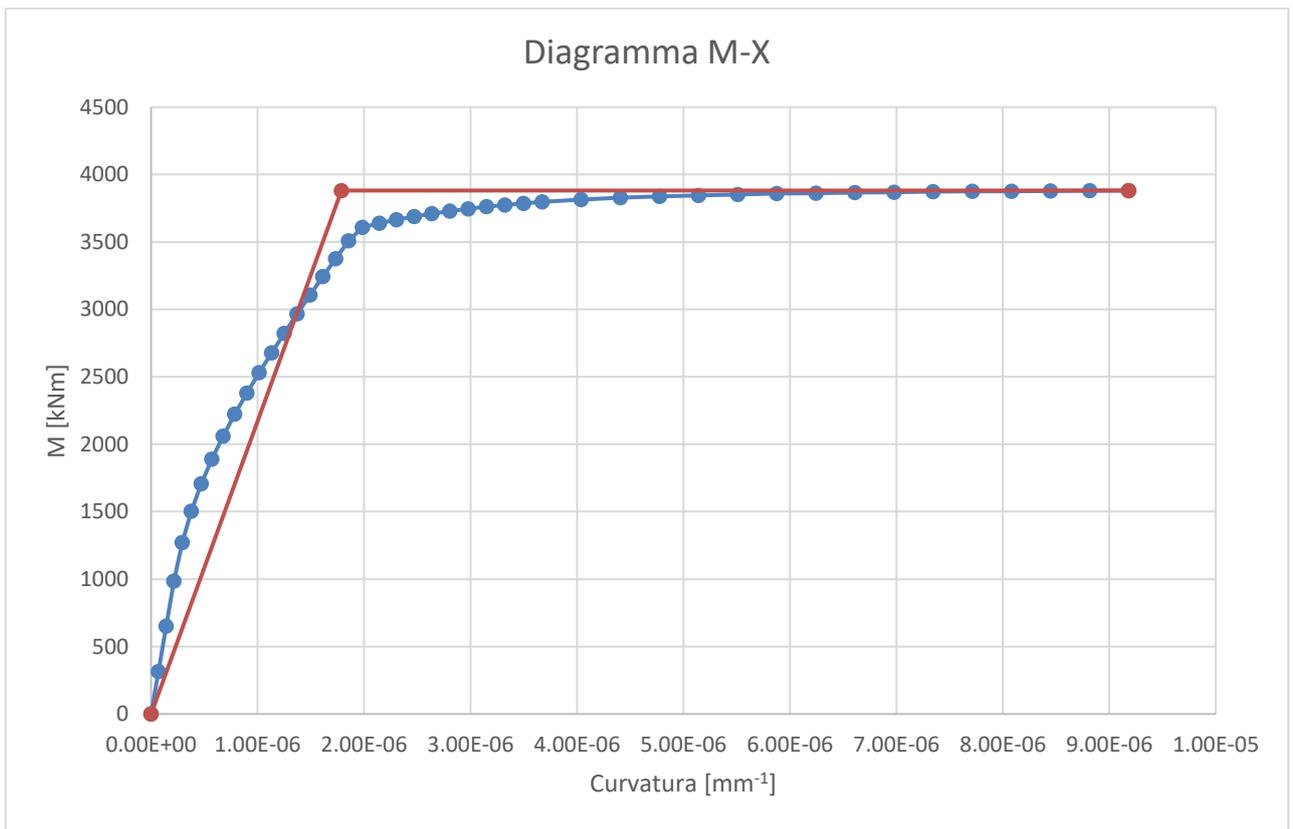
M [kN m]
X [mm⁻¹]

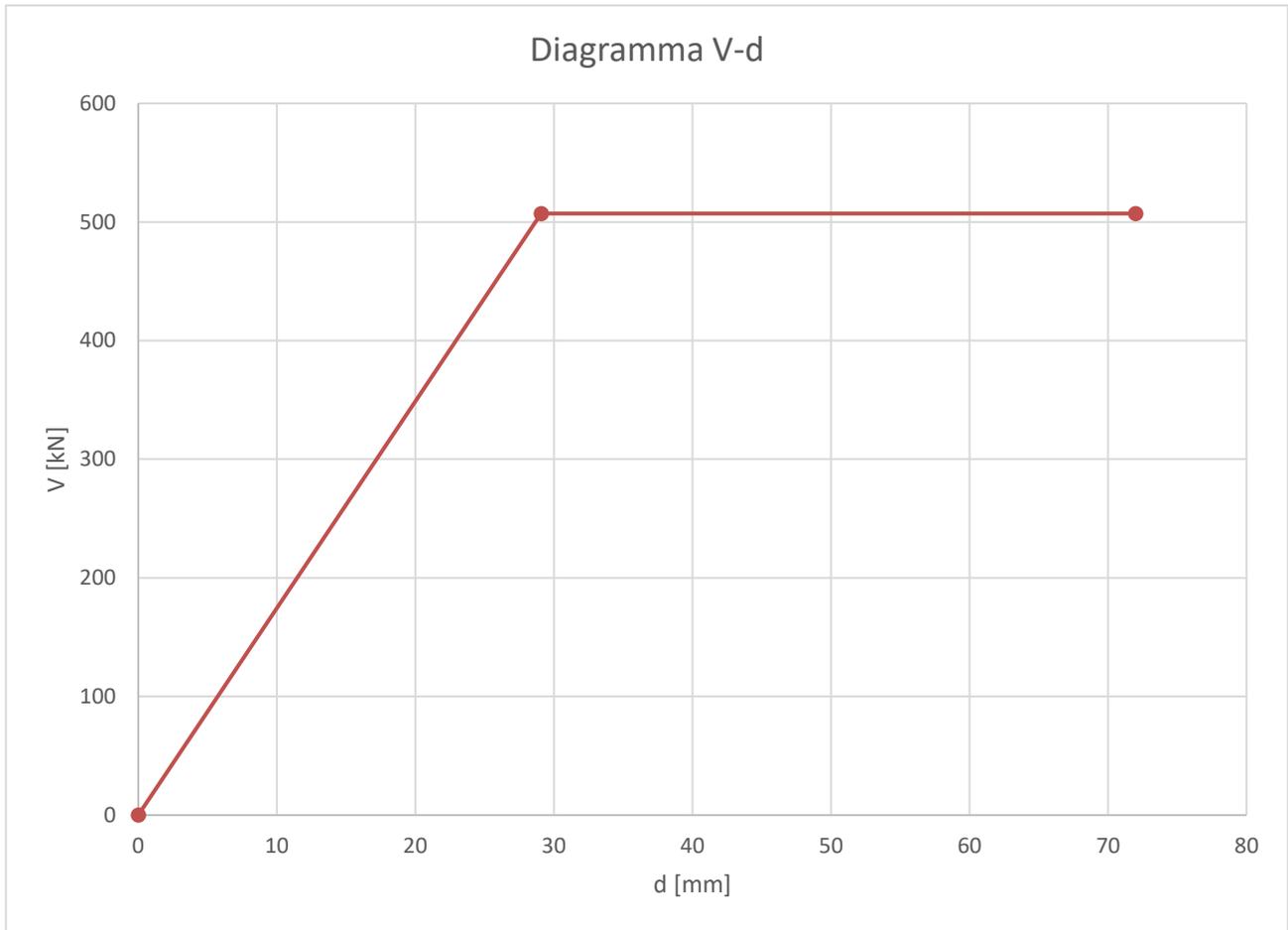
Punti Caratteristici

Mcr: 1 162.99 kN m Xcr: 2.59E-07 1/mm
 My: 955.549 kN m Xy: 2.08E-07 1/mm

Punti

Visualizza Punti Esporta Punti: Excel
 Esporta Punti: txt



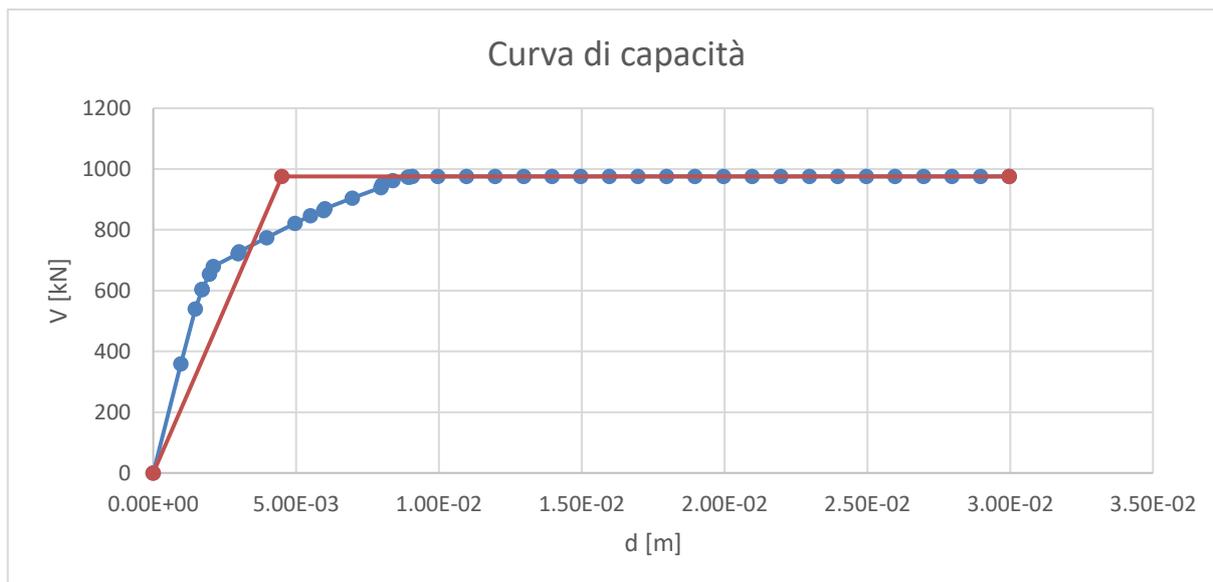


VERIFICA DUTTILE - SLV (direzione longitudinale al ponte)			
$M_{u,x} =$	3881.239 kN	$\phi_y = 2 \left(\phi_u - \frac{E}{M_u} \right)$	
$\phi_{y,x} =$	1.79E-06 mm-1		
$\phi_{u,x} =$	9.18E-06 mm-1		
H	7652.71 mm	7.6527 m	
l_p	800 mm	0.8000 m	
ν	1.2		$\delta_y = \frac{\phi_y H^2}{3\nu}$ $\delta_u = \delta_y + (\phi_u - \phi_y) l_p \left(H - \frac{l_p}{2} \right)$
δ_y	29.08 mm	0.0291 m	
δ_u	71.99 mm	0.0720 m	
$V_{y,c}$	507.172 kN	0	
$k_{punzione}$	17442.62 kN/m		
T	0.87 sec	>	Tc = 0.55 sec
$a_{g,SLV}$	4.36 m/sec ²		
q	1.00		

$\delta_{x,D,el}$	84.30 mm		0.08 m
$\delta_{x,D}$	84.30 mm		0.08 m
$V_{x,D}$	507.2 kN		
$M_{x,D}$	3881.2 kNm		
$\delta_{x,C}$	36.00 mm		
$\delta_{x,D}/\delta_{x,C}$	2.34	>	1 Verifica non soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV (direzione longitudinale al ponte)			
h =	1.7 m		altezza sezione
b =	0.8 m		base sezione
c =	0.04 m		copriferro
L_v =	7.65 m		lunghezza di taglio
x =	0.375 m		profondità asse neutro
A_c =	1.1664 m		area sezione (confinata)
f_{cd} =	15 Mpa		Resistenza compressione cls
f_{yd} =	373.91 Mpa		Resistenza acciaio
arm long	28 n°		
	22 mm		Armatura longitudinale
ρ_{tot} =	0.78%	>	0.50%
staffe	4 bracci		
	8 mm		
passo	0.22 m		
A_{sw}/p =	913.45 mm ² /m		Armatura trasversale
N =	3315	<	9622.8 kN
$\mu_{\Delta,pl}$	1.90		duttilità richiesta
V_N =	286.981 kN		
V_C =	143.146 kN		
V_W =	553.311 kN		
γ_{el} =	1.25		coefficiente di sicurezza
$V_{x,C}$ =	786.750 kN		
$V_{x,D}/V_{x,C}$	0.64	<	1 Verifica soddisfatta

Verifica pila in direzione trasversale al ponte



VERIFICA DUTTILE - SLV (direzione trasversale al ponte)			
$V_y =$	975.538 kN		0
$d_y =$	4.50E-03 m		0
$d_u =$	3.00E-02 m		
$k =$	2.17E+05 kN/m		
T	0.35 sec	<	Tc = 0.55 sec
$a_{g,SLV}$	6.87 m/sec ²		
q	4.76		
$\delta_{y,D,el}$	21.40 mm	0.021 m	
$\delta_{y,D}$	31.20 mm	0.031 m	
$\delta_{y,c}$	14.99 mm		
$\delta_{y,D}/\delta_{y,c}$	2.08	>	1 Verifica non soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV (direzione trasversale al ponte)		
h =	0.5 m	altezza sezione
b =	1.7 m	base sezione
c =	0.04 m	copriferro
$L_v =$	7.64 m	lunghezza di taglio
x =	0.4 m	profondità asse neutro
$A_c =$	0.6804 m	area sezione (confinata)
$f_{cd} =$	10 Mpa	Resistenza compressione cls

f_{yd} =	373.91	Mpa			Resistenza acciaio
arm long	14	n°			
	22	mm			Armatura longitudinale
ρ_{tot} =	0.63%		>	0.50%	percentuale armatura
staffe	5	bracci			
	8	mm			
passo	0.22	m			
A_{sw}/p =	1141.82	mm ² /m			Armatura trasversale
N =	2400		<	3742.2	kN Sforzo normale
$\mu_{\Delta,pl}$	5.94				duttilità richiesta
V_N =	15.707	kN			
V_C =	32.315	kN			
V_W =	179.314	kN			
γ_{el} =	1.25				coefficiente di sicurezza
$V_{y,c}$ =	181.868	kN			
$V_{y,d}$ =	184.800	kN			
$V_{y,d}/V_{y,c}$	1.02		>	1	Verifica non soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV (Pulvino) (direzione trasversale al ponte)					
h =	0.6	m			altezza sezione
b =	1.7	m			base sezione
c =	0.04	m			copriferro
L_v =	2.00	m			lunghezza di taglio
x =	0.4	m			profondità asse neutro
A_c =	0.8424	m			area sezione (confinata)
f_{cd} =	15	Mpa			Resistenza compressione cls
f_{yd} =	373.91	Mpa			Resistenza acciaio
arm long	14	n°			
	22	mm			Armatura longitudinale
ρ_{tot} =	0.52%		>	0.50%	percentuale armatura
staffe		bracci			
		mm			
passo	0.25	m			
A_{sw}/p =	1232.00	mm ² /m			Armatura trasversale
N =	478		<	6949.8	kN Sforzo normale
$\mu_{\Delta,pl}$					duttilità richiesta
V_N =	23.900	kN			
V_C =	95.278	kN			
V_W =	239.542	kN			
γ_{el} =	1.25				coefficiente di sicurezza
$V_{y,c}$ =	286.976	kN			

$V_{y,d} =$	622.900 kN			
$V_{y,d} \setminus V_{y,c}$	2.17	>	1	Verifica non soddisfatta

Verifica fusto della pila

Verifica a pressoflessione fusto pila - SLV				
$N_{Ed,sup} =$	6927.5 kN			
$A_{fusto} =$	8.15 m ²			
$H_{fusto} =$	7.86 m			
$N_{Ed,fusto} =$	1601.475 kN			
$N_{Ed} =$	8528.975 kN			
Direzione longitudinale al ponte				
$M_{Ed,SLVx,sup} =$	7762.478 KNm			
$V_{Ed,SLVx,sup} =$	1014.343 kN			
$V_{Ed,SLVx,fusto} =$	367.5633 kN			
$V_{Ed,SLVx} =$	1381.906 kN			
$M_{Ed,SLVx,fusto} =$	10861.78 kNm			
$M_{Ed,SLVx} =$	18624.26 kNm			
$M_{Rd,x} =$	21562 KNm			
$M_{Ed,SLVx} \setminus M_{Rd,x} =$	0.86	<	1	Verifica soddisfatta
Direzione trasversale al ponte				
$M_{Ed,SLVy,sup} =$	2171.8 KNm			
$V_{Ed,SLVy,sup} =$	975 kN			
$V_{Ed,SLVy,fusto} =$	1121.899 kN			
$V_{Ed,SLVy} =$	2096.899 kN			
$M_{Ed,SLVy,fusto} =$	16481.63 kNm			
$M_{Ed,SLVy} =$	18653.43 kNm			
$M_{Rd,y} =$	74866 KNm			
$M_{Ed,SLVy} \setminus M_{Rd,y} =$	0.25	<	1	Verifica soddisfatta
Verifica combinata				
$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	0.90	<	1	Verifica soddisfatta
$1/\rho_{tot}$	1.11			Vulnerabilità

VERIFICA FRAGILE - SLV (direzione longitudinale al ponte)		
$h =$	2.2 m	altezza sezione

$b =$	2.1	m				base sezione
$c =$	0.04	m				copriferro
$L_v =$	7.86	m				lunghezza di taglio
$x =$	0.11	m				profondità asse neutro
$A_c =$	4.2824	m				area sezione (confinata)
$f_{cd} =$	26.67	Mpa				Resistenza compressione cls
$f_{yd} =$	373.91	Mpa				Resistenza acciaio
arm long	46	n°				Armatura longitudinale
	24	mm				
$\rho_{tot} =$	0.45%	FALSO	0.50%			percentuale armatura
staffe	6	bracci				
	8	mm				
passo	0.24	m				
$A_{sw} / \rho =$	1256.00	mm ² /m				Armatura trasversale
$N =$	8528.975	<	62816.38	kN		Sforzo normale
$\mu_{\Delta,pl}$						duttilità richiesta
$V_N =$	1133.941	kN				
$V_C =$	568.411	kN				
$V_W =$	995.618	kN				
$\gamma_{el} =$	1.25					coefficiente di sicurezza
$V_{x,c} =$	2158.376	kN				
$V_{x,D} \setminus V_{x,c}$	0.64	<	1			Verifica soddisfatta

VERIFICA FRAGILE - SLV (direzione trasversale al ponte)						
$h =$	8.75	m				altezza sezione
$b =$	0.5	m				base sezione
$c =$	0.04	m				copriferro
$L_v =$	7.86	m				lunghezza di taglio
$x =$	0.11	m				profondità asse neutro
$A_c =$	3.6414	m				area sezione (confinata)
$f_{cd} =$	26.67	Mpa				Resistenza compressione cls
$f_{yd} =$	373.91	Mpa				Resistenza acciaio
arm long		n°				Armatura longitudinale
		mm				
$\rho_{tot} =$	0.00%	FALSO	0.50%			percentuale armatura
staffe	2	bracci				
	6	mm				
passo	0.5	m				
$A_{sw} / \rho =$	113.04	mm ² /m				Armatura trasversale
$N =$	8528.975	<	53413.88	kN		Sforzo normale
$\mu_{\Delta,pl}$						duttilità richiesta

$V_N =$	4687.681	kN		
$V_C =$	966.149	kN		
$V_W =$	366.453	kN		
$\gamma_{el} =$	1.25			coefficiente di sicurezza
$V_{x,c} =$	4816.226	kN		
$V_{x,D} \setminus V_{x,C}$	0.44	<	1	Verifica soddisfatta
$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{\frac{1}{2}}$	0.77	<	1	Verifica soddisfatta
$1/\rho_{tot}$	1.29			Vulnerabilità

Verifica pali

Capacità portante verticale pali - SLV	
$D_{palo} =$	1 m
$L_{palo} =$	12 m
$N_{Ed,palo} =$	235.5 kN
$N_{Ed,fusto} =$	8528.975 kN
$N_{Ed,base} =$	1720 kN
$N_{Ed} =$	10248.975 kN
$M_{Ed,SLVx} =$	18624.26 kNm
$N_{Edx,comp} =$	3673.19 kN
$N_{Edx,traz} =$	-663.78 kN
$N_{Rdx,comp} =$	4097.50 kN
$N_{Rdx,traz} =$	-462.60 kN
$N_{Ed,x,comp} \setminus N_{Rd,x,comp} =$	0.90
$N_{Ed,x,traz} \setminus N_{Rd,x,traz} =$	1.43
$M_{Ed,SLVy} =$	18653.43 kNm
$N_{Edy,comp} =$	2798.25 kN
$N_{Edy,traz} =$	kN
$N_{Rdy,comp} =$	4097.50 kN
$N_{Rdy,traz} =$	-462.60 kN
$N_{Ed,y,comp} \setminus N_{Rd,y,comp} =$	0.68
$N_{Ed,y,traz} \setminus N_{Rd,y,traz} =$	0.00
$\rho_{tot,comp} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{\frac{1}{2}}$	1.13
$1/\rho_{tot,comp}$	0.89 Vulnerabilità

$\rho_{tot, traz} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	1.43	
$1/\rho_{tot, traz}$	0.70	Vulnerabilità
Capacità portante orizzontale pali - SLV		
$V_{Ed, SLVx} =$	1381.91	kN
$V_{Ed, SLVy} =$	2096.90	kN
$V_{Ed, SLV} =$	2511.30	kN
n° pali =	8.00	
$V_{Ed, SLV, palo} =$	313.91	kN
$N_{Edx, comp} =$	3673.19	kN
$V_{Rd, SLV, palo, comp} =$	733.37	kN
$1/\rho_{tot, V, comp}$	2.34	Vulnerabilità
$N_{Edx, traz} =$	-663.78	kN
$V_{Rd, SLV, palo, traz} =$	149.78	kN
$1/\rho_{tot, V, traz}$	0.48	Vulnerabilità

<u>Taglio resistente sezione circolare armata (metodo di CLARKE-BIRJANDI 1993)</u>		
Dati		
D	100 cm	<i>Diametro sezione circolare</i>
d'	6 cm	<i>Copriferro asse armatura longitudinale</i>
f _{ck}	25.00 N/mm ²	<i>Resistenza cilindrica caratteristica del cls</i>
α _{cc}	1	<i>Coefficiente riduttivo per la resistenza del cls a lungo termine</i>
n	2	<i>Numero di braccia delle staffe</i>
φ	8 mm	<i>Diametro delle staffe</i>
p	20 cm	<i>Passo delle staffe</i>
f _{yk}	430 N/mm ²	<i>Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio</i>
V _{Ed}	314 KN	<i>Taglio di progetto</i>
Risultati		
r	50 cm	<i>Raggio sezione circolare</i>
r _s	44 cm	<i>Raggio sezione circolare utile</i>
sen(α)	0.561	
α	0.60 rad	<i>0 < α < p/2 --> 0 < α < 1,57</i>
A _v	6573 cm ²	<i>Area sezione circolare equivalente</i>
b _e	78 cm	<i>Base sezione rettangolare equivalente</i>
d _e	84 cm	<i>Altezza sezione rettangolare equivalente</i>

$f_{cd} =$	16.67 N/mm ²	Resistenza massima di calcolo del cls
$f_{yd} =$	373.9 N/mm ²	Tensione di calcolo allo snervamento dell'acciaio
$A_{sw} =$	5.02 cm ² /m	Area delle staffe per metro lineare di trave
$d =$	78 cm	Altezza sezione
$\theta =$	21.80 °	Angolo di inclinazione del puntone di cls 21.8° < $\alpha = 45^\circ$
$ctg\theta =$	2.50	Cotangente di teta
$V_{Rds} =$	330 KN	Resistenza tiranti verticali (staffe)
$V_{Rdc} =$	1579 KN	Resistenza puntone di cls
$V_{Rd} =$	330 KN	Taglio resistente
$\gamma_{el} =$	1.25	coefficiente di sicurezza
$V_c =$	264 KN	

Riepilogo Verifiche SLV – Stato di Fatto (Analisi statica NON lineare semplificata)

VERIFICA DUTTILE CAVALLETTI PILA						NON Verifica > 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$\delta_{x,c}$ (mm)	$\delta_{x,D}$ (mm)	$\rho_x = \delta_{x,D}/\delta_{x,c}$	$\delta_{y,c}$ (mm)	$\delta_{y,D}$ (mm)	$\rho_y = \delta_{y,D}/\delta_{y,c}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
36.00	84.30	2.34	14.99	31.20	2.08	3.13	0.32

VERIFICA FRAGILE CAVALLETTI PILA (singolo puntone)						NON Verifica > 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$V_{x,c}$ (kN)	$V_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = V_{x,D}/V_{x,c}$	$V_{y,c}$ (kN)	$V_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = V_{y,D}/V_{y,c}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
389.63	264.32	0.68	286.98	622.90	2.17	2.27	0.44

VERIFICA DUTTILE FUSTO PILA						Verifica < 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$M_{x,C}$ (kNm)	$M_{x,D}$ (kNm)	$\rho_x = M_{x,D}/M_{x,C}$	$M_{y,C}$ (kNm)	$M_{y,D}$ (kNm)	$\rho_y = M_{y,D}/M_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
21562.00	18624.26	0.86	74866.00	18653.43	0.25	0.90	1.11

VERIFICA FRAGILE FUSTO PILA						Verifica < 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$V_{x,C}$ (kN)	$V_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = V_{x,D}/V_{x,C}$	$V_{y,C}$ (kN)	$V_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = V_{y,D}/V_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
2158.38	1381.91	0.64	4816.23	2096.90	0.44	0.77	1.29

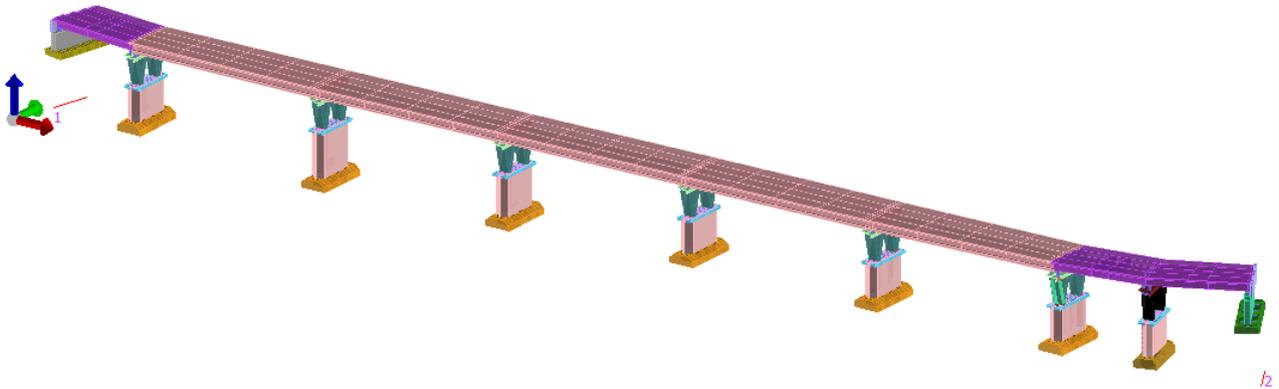
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE VERTICALE PALI						NON Verifica > 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$N_{x,C}$ (kN)	$N_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = N_{x,D}/N_{x,C}$	$N_{y,C}$ (kN)	$N_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = N_{y,D}/N_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
4097.50	3673.19	0.90	4097.50	2798.25	0.68	1.13	0.89
-462.60	-663.78	1.43	-462.60	0.00	0.00	1.43	0.70

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE ORIZZONTALE PALI COMPRESI						Verifica < 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$V_{x,C}$ (kN)	$V_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = V_{x,D}/V_{x,C}$	$V_{y,C}$ (kN)	$V_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = V_{y,D}/V_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
733.37	172.74	0.24	733.37	262.11	0.36	0.43	2.34

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE ORIZZONTALE PALI TESI						NON Verifica > 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$V_{x,C}$ (kN)	$V_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = V_{x,D}/V_{x,C}$	$V_{y,C}$ (kN)	$V_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = V_{y,D}/V_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
149.78	172.74	1.15	149.78	262.11	1.75	2.10	0.48

VERIFICA A TAGLIO PALI						NON Verifica > 1	Vulnerabilità
Longitudinale al ponte			Trasversale al ponte				
$V_{x,C}$ (kN)	$V_{x,D}$ (kN)	$\rho_x = V_{x,D}/V_{x,C}$	$V_{y,C}$ (kN)	$V_{y,D}$ (kN)	$\rho_y = V_{y,D}/V_{y,C}$	$\rho_{tot} = (\rho_x^2 + \rho_y^2)^{1/2}$	$1/\rho_{tot}$
263.83	172.74	0.65	263.83	262.11	0.99	1.19	0.84

Verifiche preliminari SLV Ponte Secchia SP9



Modello FEM 3D incastrato alla base

Si riporta di seguito il raffronto preliminare tra l'analisi sismica condotta allo stato di fatto (travi con schema statico di appoggio-carrello ad ogni campata) e allo stato di progetto, ipotizzando in questo ultimo caso la realizzazione di una catena cinematica e l'inserimento di isolatori sismici per le campate rettilinee. Le analisi sono state condotte con approccio statico lineare, utilizzando un fattore di struttura $q=1$ e ipotizzando un incastro alla base. La vulnerabilità sismica è stata valutata sull'elemento debole del sistema strutturale, ovvero il puntone in c.a. dei cavalletti che compongono le pile.

ANALISI SLV STATO DI FATTO (SISTEMA NON ISOLATO)

Azione sismica di riferimento:

Passo 1

Classe d'uso

- I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]
- II edifici ordinari
- III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)
- IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)

Pericolosità e zonazione

pericolosità sismica

agS per SLV: 0.275

Modalità di progettazione semplificata per $agS < 0.075$

Strutture esistenti

- LC1: conoscenza limitata
- LC2: conoscenza adeguata
- LC3: conoscenza accurata

Fattore di confidenza FC: 1

S (oriz.)

Sv (vert.)

< Indietro Avanti > Annulla Aggiorna

p.e. 10% in 50 anni

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu
Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
17161	10.412	44.395	4.504
17162	10.482	44.397	1.383
16940	10.480	44.447	4.930
16939	10.410	44.445	6.477

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:
 Longitudine: Latitudine:
 Applica la Risposta Sismica Locale

Parametri per le forme spettrali

Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c	
SLO	81	45.16	0.0685	2.472	0.258
SLD	63	75.43	0.0844	2.479	0.270
SLV	10	711.84	0.1853	2.540	0.296
SLC	5	1462.18	0.2298	2.565	0.308

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Categoria di suolo di fondazione

A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...

B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...

C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...

D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...

E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...

Categoria topografica

T1

T2 in sommità al pendio

T3 in cresta al rilievo con moderata

T4 in cresta al rilievo

quota relativa (%)

Spettri di progetto

Usa spettri esterni

Parametri e fattori spettrali

S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.069	1.600	2.472	0.873	0.170	0.510	1.874
SLD	0.084	1.600	2.479	0.972	0.175	0.524	1.938
SLV	0.185	1.482	2.540	1.476	0.185	0.554	2.341
SLC	0.230	1.352	2.565	1.660	0.189	0.567	2.519

Verticale per tutti:

eta SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z
<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.5"/>					

<= Esistenti v. fragili

Verifiche

q=1 per ND

q >= 1

Regolarità

in pianta

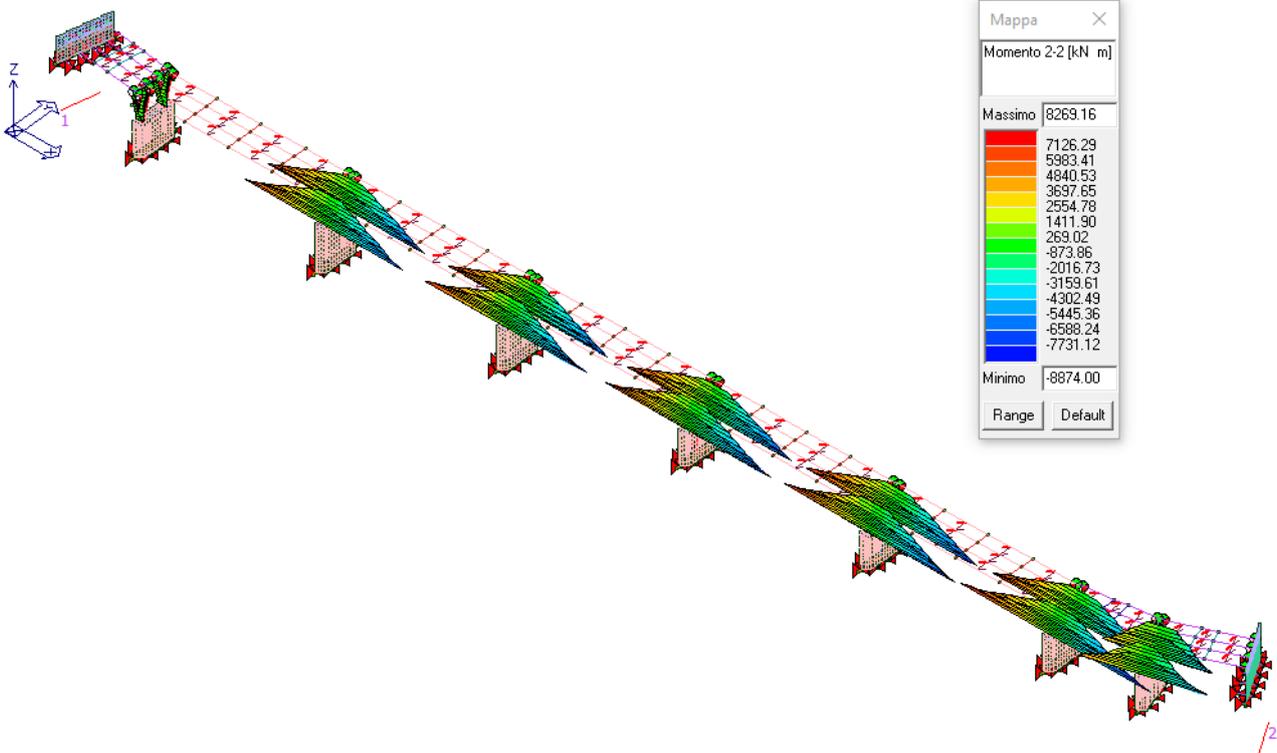
in altezza

Edifici isolati

T is

s esi

Dati comuni per le analisi Quota spiccatto [cm] <input type="text" value="0.0"/> Contributo carichi in fondazione <input type="checkbox"/> Eccentricità aggiuntiva X: <input type="text" value="5"/> Y: <input type="text" value="5"/> Spost. relativo rapp. SLC/SLD <input type="text" value="5"/> ex. muratura		Dati per analisi statica lineare e non lineare Altezza edificio [cm] <input type="text" value="1558.58"/> <input type="button" value="Calcola periodi T1"/> Fatt. Lambda [0.85 - 1] <input type="text" value="0.85"/> Periodo T1 [primo modo] dir. x-x <input type="text" value="0.585"/> dir. y-y <input type="text" value="0.585"/> dir. z-z <input type="text" value="0.585"/> Sd (T1) - SLU <input type="text" value="0.661"/> <input type="text" value="0.661"/> <input type="text" value="0.047"/> Se (T1) - SLD <input type="text" value="0.3"/> <input type="text" value="0.3"/> <input type="text" value="0.021"/> Rapp T1/TrZ <input type="text" value="10.0"/> <input type="text" value="10.0"/> suggerito:			
Dati per analisi dinamica N. modi <input type="text" value="1"/> N. modi rigidi <input type="text" value="0"/>		Accelerazione uniforme [F=Fh] <input type="checkbox"/> NO Eccentricità convenzionale con momenti Mz <input type="checkbox"/> NO Usa spostamenti medi di piano per pushover <input checked="" type="checkbox"/> SI			
		<input type="button" value="< Indietro"/> <input type="button" value="Avanti >"/> <input type="button" value="Annulla"/> <input type="button" value="Aggiorna"/>			



Si riporta di seguito la verifica a pressoflessione per i puntoni in c.a. allo SLV:

Verifica C.A. S.L.U. - File: PUNTONE PILE ponte isolato

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 - Strutture esistenti ?

TITOLO :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	170
3	50	170
4	50	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.8	19.3	6.6
2	3.8	31.3	6.6
3	3.8	43.3	6.6
4	3.8	7.3	6.6
5	3.8	7.3	41.6
6	3.8	7.3	82.6

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Diagramma della sezione rettangolare con coordinate dei punti di applicazione delle barre.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipologia rottura:
 Lato acciaio - Acciaio snervato

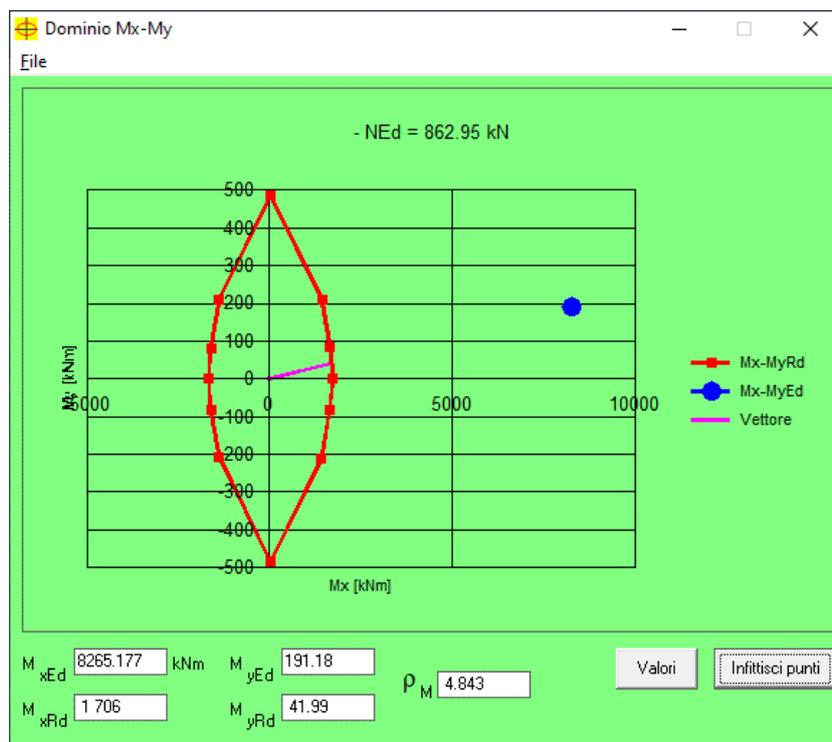
Materiali:
 FeB44k C23/28
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

Calcoli:
 M_{xRd} kN m
 M_{yRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviate

N° rett.
 Calcola MRd Dominio Mx-My
 angolo asse neutro θ°
 Precompresso



L'indice di vulnerabilità sismica allo SLV per la struttura allo Stato di Fatto è pari a $\xi = 1/\rho = 0.20$

ANALISI SLV STATO DI PROGETTO (SISTEMA ISOLATO)

PREDIMENSIONAMENTO ISOLATORI IN GOMMA

Vmax SLC - sisma (kN)	888
Vmin SLC - sisma (kN)	662
Vmax SLU statico (kN)	1938
H _L carico orizzontale long. frenamento SLU (kN)	16.00
H _L carico orizzontale trasv. vento SLU (kN)	90
spostamento max sismico SLC (+/- mm)	117.4
spostamento termico SLU (+/- mm)	21.875
reazione massima allo spostamento termico (kN)	42
spostamento long. da ritiro e fluage (+/- mm)	0
rotazione max in fase sismica (rad)	0
rotazione max totale (rad)	0
Tipo travi d'impalcato (A=acciaio, CA=c.a. gettato in opera, CAP=c.a.p. prefabbricato)	CAP
Eventuale pendenza longitudinale da riprendere con l'isolatore (%)	2
Eventuale pendenza trasversale da riprendere con l'isolatore (%)	0
Rigidezza isolatore scelto (kN/mm)	1.92
Rigidezza sistema isolato K (kN/m)	76800
Peso Massa sismica M (kN)	31000
Periodo sistema isolato (sec) = $2 \pi (M/K)^{0.5}$	1.27
Ordinata spettro elastico SLC $Se=agxSx\eta xFvx(Tc/T)$	0.291
Forza sismica complessiva applicata al sistema di isolamento allo SLC(kN) = $MxSe$	9014.42
Forza sismica applicata al singolo isolatore allo SLC (kN)	225.36
Deformazione dovuta alle azioni non sismiche (mm)	56.3
Deformazione dovuta al sisma SLC (mm)	117.38
Ordinata spettro elastico SLV $Se=agxSx\eta xFvx(Tc/T)$	0.249
Forza sismica complessiva applicata al sistema di isolamento allo SLV(kN) = $MxSe$	7711.62
Forza sismica applicata al singolo isolatore allo SLV (kN)	192.79
Deformazione dovuta al sisma SLV moltiplicata per 1,2 (mm)	120.49

Azione sismica di riferimento:

Passo 1

< Indietro
Avanti >
Annulla
Aggiorna

Classe d'uso

I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]

II edifici ordinari

III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)

IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)

Pericolosità e zonazione

pericolosità sismica

agS per SLV:

Modalità di progettazione semplificata per agS < 0.075

Strutture esistenti

LC1: conoscenza limitata

LC2: conoscenza adeguata

LC3: conoscenza accurata

Fattore di confidenza FC:

Valutazione della pericolosità sismica

< Indietro
Avanti >
Annulla
OK

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

p.e. 10% in 50 anni

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
17161	10.412	44.395	4.504
17162	10.482	44.397	1.383
16940	10.480	44.447	4.930
16939	10.410	44.445	6.477

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:

Longitudine: Latitudine:

Applica la Risposta Sismica Locale

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	45.16	0.0685	2.472	0.258
SLD	63	75.43	0.0844	2.479	0.270
SLV	10	711.84	0.1853	2.540	0.296
SLC	5	1462.18	0.2298	2.565	0.308

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Reset Calcola

Passo 2

< Indietro
Avanti >
Annulla
Aggiorna

Categoria di suolo di fondazione

A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...

B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...

C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...

D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...

E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...

Categoria topografica

T1

T2 in sommità al pendio

T3 in cresta al rilievo con moderata

T4 in cresta al rilievo

quota relativa (%)

Spettri di progetto

Usa spettri esteri

Passo 3

Parametri e fattori spettrali

S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.069	1.600	2.472	0.873	0.170	0.510	1.874
SLD	0.084	1.600	2.479	0.972	0.175	0.524	1.938
SLV	0.185	1.482	2.540	1.476	0.185	0.554	2.341
SLC	0.230	1.352	2.565	1.660	0.189	0.567	2.519

Verticale per tutti:

eta SLO q SLD x q SLD y q SLD z q SLU x q SLU y q SLU z

<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="button" value="Aiuto..."/>					
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	---

<= Esistenti v. fragili

Verifiche

q=1 per ND
 q >= 1

Regolarità

in pianta
 in altezza

Edifici isolati

T is
 s esi

Passo 4

Dati comuni per le analisi

Quota spiccato [cm]

Contributo carichi in fondazione

Eccentricità aggiuntiva X: Y:

Spost. relativo rapp. SLC/SLD ex. muratura

Dati per analisi dinamica

N. modi N. modi rigidi

Dati per analisi statica lineare e non lineare

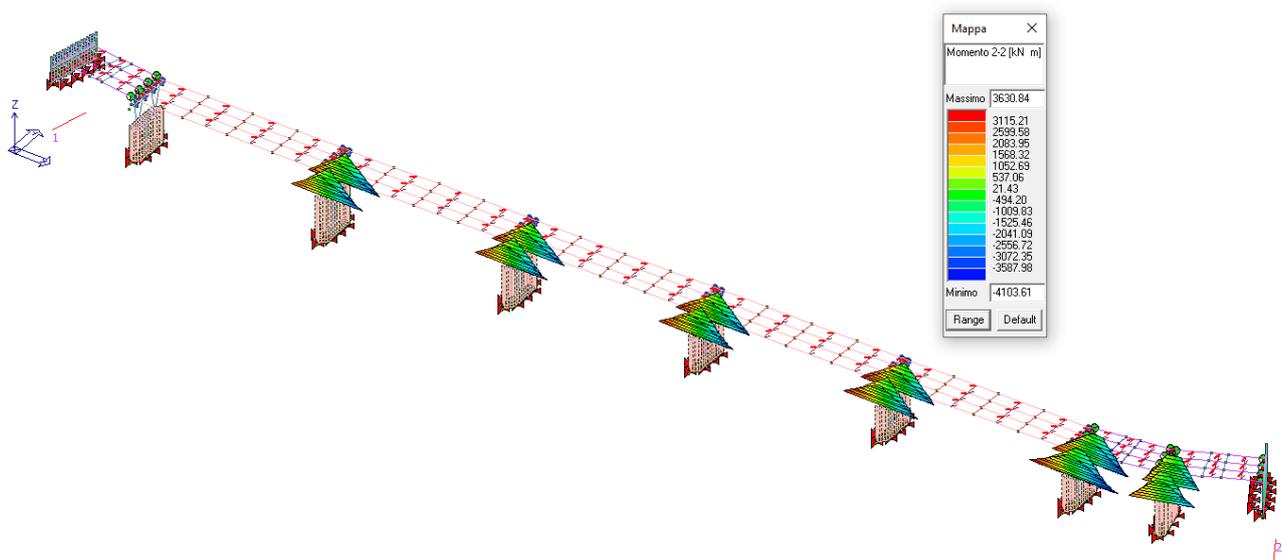
Altezza edificio [cm]

Fatt. Lambda [0.85 - 1]

	dir. x-x	dir. y-y	dir. z-z
Periodo T1 [primo modo]	<input type="text" value="1.345"/>	<input type="text" value="1.345"/>	<input type="text" value="1.345"/>
Sd (T1) - SLU	<input type="text" value="0.287"/>	<input type="text" value="0.287"/>	<input type="text" value="0.037"/>
Se (T1) - SLD	<input type="text" value="0.13"/>	<input type="text" value="0.13"/>	<input type="text" value="0.007"/>
Rapp T1/TrZ	<input type="text" value="10.0"/>	<input type="text" value="10.0"/>	

Accelerazione uniforme [Fi=Fh] NO
Eccentricità convenzionale con momenti Mz NO
Usa spostamenti medi di piano per pushover SI

suggerito: NO NO SI



Si riporta di seguito la verifica a pressoflessione per i puntoni in c.a. allo SLV:

Verifica C.A. S.L.U. - File: PUNTONE PILE ponte isolato

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 - Strutture esistenti

TITOLO :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	170
3	50	170
4	50	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.8	19.3	6.6
2	3.8	31.3	6.6
3	3.8	43.3	6.6
4	3.8	7.3	6.6
5	3.8	7.3	41.6
6	3.8	7.3	82.6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali FeB44k C23/28

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

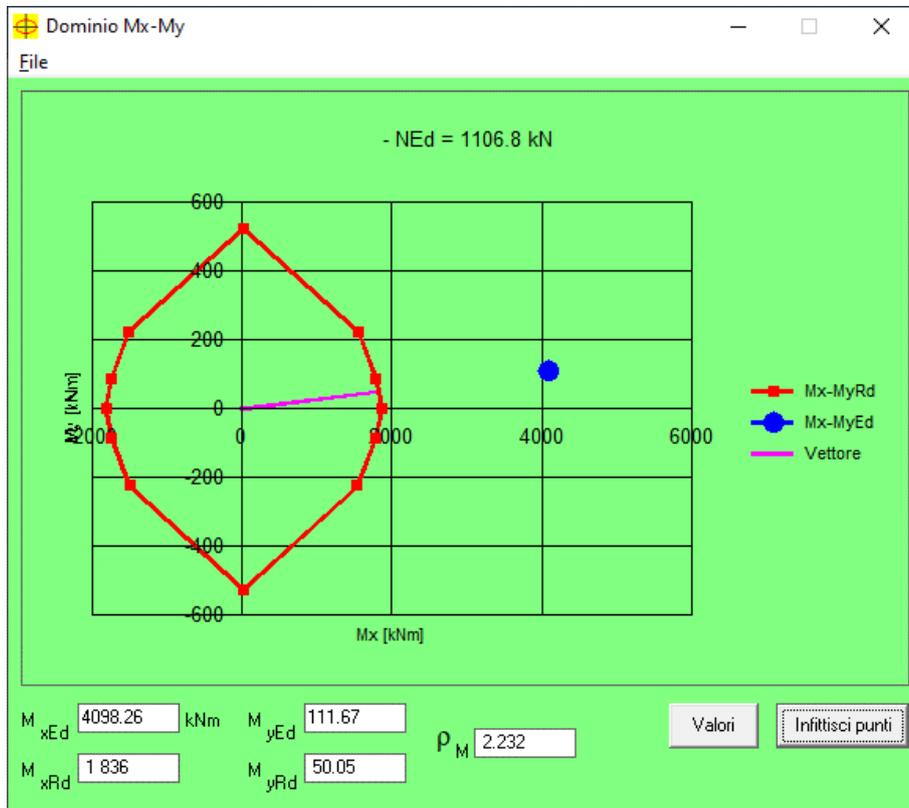
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

Precompresso



L'indice di vulnerabilità sismica allo SLV per la struttura allo Stato di Fatto è pari a $\xi = 1/\rho = 0.44$

Servizio/Ufficio: Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile e Patrimonio
Proposta N° 2022/1489

Oggetto: APPROVAZIONE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER L'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP9 AL KM 6+100 TRA I COMUNI DI CASTELNOVO NÉ MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI RELATIVI A N. 6 CAMPATE E ALLA SPALLA DESTRA E CONTESTUALE ADEGUAMENTO DEL PIANO VIABILE

PARERE AI SENSI DELL'ART.49, COMMA 1, DEL DECRETO LEGISLATIVO 18/08/2000, N°267.

Regolarità Contabile: FAVOREVOLE

Li, 08/07/2022

IL RESPONSABILE DI RAGIONERIA

F.to TAGLIAVINI STEFANO

Servizio/Ufficio: Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile e Patrimonio
Proposta N° 2022/1489

Oggetto: APPROVAZIONE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER L'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP9 AL KM 6+100 TRA I COMUNI DI CASTELNOVO NÉ MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI RELATIVI A N. 6 CAMPATE E ALLA SPALLA DESTRA E CONTESTUALE ADEGUAMENTO DEL PIANO VIABILE

PARERE AI SENSI DELL'ART.49, COMMA 1, DEL DECRETO LEGISLATIVO 18/08/2000, N°267.

Regolarità Tecnica: FAVOREVOLE

Li, 07/07/2022

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO
INTERESSATO

F.to GATTI AZZIO

CERTIFICATO DI PUBBLICAZIONE

DECRETO DEL PRESIDENTE N. 135 DEL 12/07/2022

APPROVAZIONE PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
PER L'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRUTTURE DEL
PONTE SUL FIUME SECCHIA LUNGO LA SP9 AL KM 6+100 TRA I
COMUNI DI CASTELNOVO NÉ MONTI E VILLA MINOZZO - LAVORI
RELATIVI A N. 6 CAMPATE E ALLA SPALLA DESTRA E CONTESTUALE
ADEGUAMENTO DEL PIANO VIABILE

Si certifica che copia del presente decreto è pubblicata all'Albo pretorio, per 15 giorni consecutivi

Reggio Emilia, lì 15/07/2022

IL SEGRETARIO GENERALE

F.to TIRABASSI ALFREDO LUIGI

Documento sottoscritto con modalità digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005.