

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.

CUP: J14H20000440001

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI
Sottovia km 142+111 – Tangenziale Ovest

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N 1 0 1 0 D 2 6 C L S L 0 1 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Cucino	Sett. 2021	M. Rigo	Sett. 2021	C. Mazzocchi	Sett. 2021	A. Perego Sett. 2021



File: IN1010D26CLSL0100002A.doc

INDICE

1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2	PREMESSA.....	4
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
4	CARATTERISTICHE MATERIALI.....	8
4.1	CALCESTRUZZO.....	8
4.2	ACCIAIO.....	8
5	ANALISI DEI CARICHI	9
5.1	G00: PESO PROPRIO	9
5.2	G01: SOVRACCARICO PERMANENTE	9
5.3	G02: AZIONE DA RITIRO.....	10
5.4	Q00: CARICO FERROVIARIO	10
5.5	Q01: AZIONE TERMICA	12
5.6	AZIONE SISMICA	12
5.7	ALTRE AZIONI	12
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	13
7	CONCLUSIONI	15

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

1 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

1.1 Normativa di riferimento

La valutazione dell'opera in oggetto è stata realizzata in accordo con le prescrizioni di seguito elencate è conformi alle normative vigenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 11 febbraio 2019, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- ✓ Manuale di progettazione RFI Opere Civili RFI DTC SIM AI FS 001 E e relative parti e sezioni.
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- ✓ Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

2 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione strutturale dei sottovia ferroviari, situati in corrispondenza del km 142+111 lungo la tangenziale Ovest nel comune di Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime dell'attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'intersezione con l'Autostrada del Brennero A22 e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Nuova, per una estensione di circa 10km. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Brescia Est – Verona.

Il progetto prevede la rilocazione della Linea Storica leggermente più a nord al fine di lasciare spazio all'inserimento dei binari della Linea AV/AC. Viene anche prevista la realizzazione di una ulteriore linea denominata "indipendente merci" per il collegamento con la Linea Brennero.

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e realizzazione di una nuova Sottostazione Elettrica con conseguenti interventi tecnologici per la gestione delle modifiche.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).

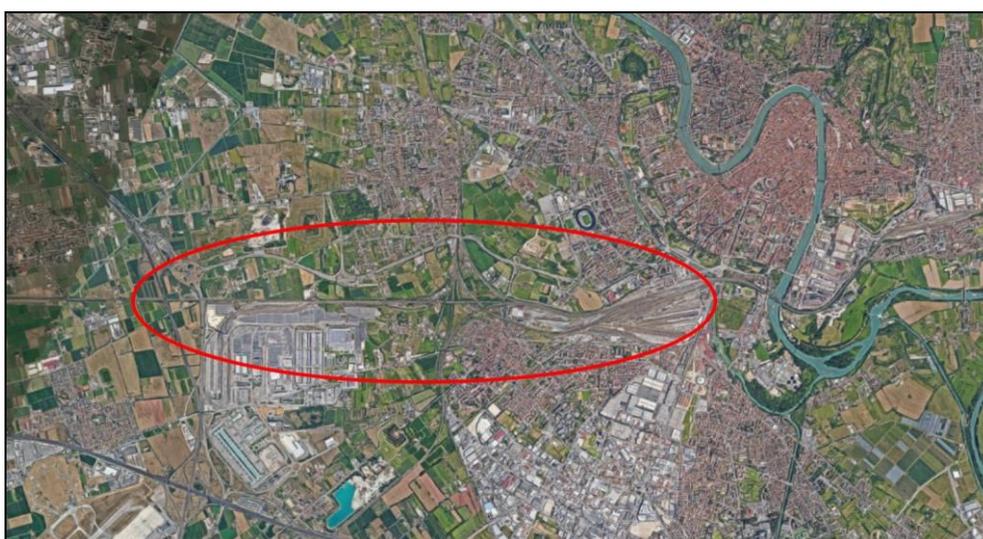


Figura 1 – Inquadramento dell' area di progetto



Figura 2 – Inquadramento dell'area interessata dall'opera



Figura 3 – Opera in oggetto – Sottovia km 142+111

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere oggetto della presente relazione sono due sottopassi ferroviari scatolari monolitici in cemento armato, risalenti agli anni '80. Dove, l'estradosso dell'opera è sede del traffico veicolare derivante dalla Linea ferroviaria Milano-Venezia, sovrastanti il traffico stradale della tangenziale ovest di Verona.

I due scatolari sono caratterizzati dalla stessa geometria, ma con uno sfalsamento in pianta di 2.60m. Il singolo scatolare ha quindi una sezione di altezza pari a 8.40 e larghezza di 16.20m, con uno spessore degli elementi strutturali di 1.10m. L'estensione in pianta di ciascun scatolare è di 22.20m, al netto della lunghezza del rostro pari a 7.20m.

L'altezza minima interna netta, dall'asse stradale sottostante della tangenziale Ovest e l'intradosso della soletta superiore, è pari a circa 5.17m.

Di seguito vengono riportate alcuni disegni illustrativi dell'opera presa in oggetto per l'analisi.

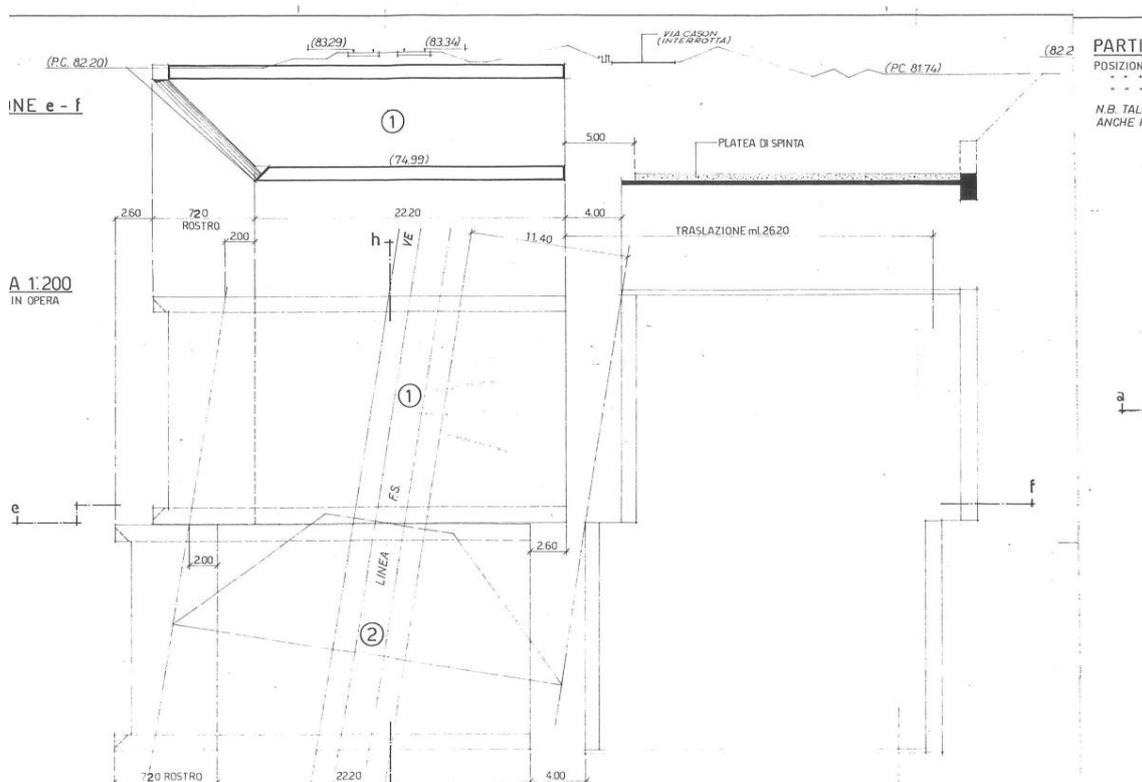


Figura 4 – Planimetria sottovia ferroviario km 142+111

RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA
FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D 26 CL	SL 01 00 002	A	7 di 15

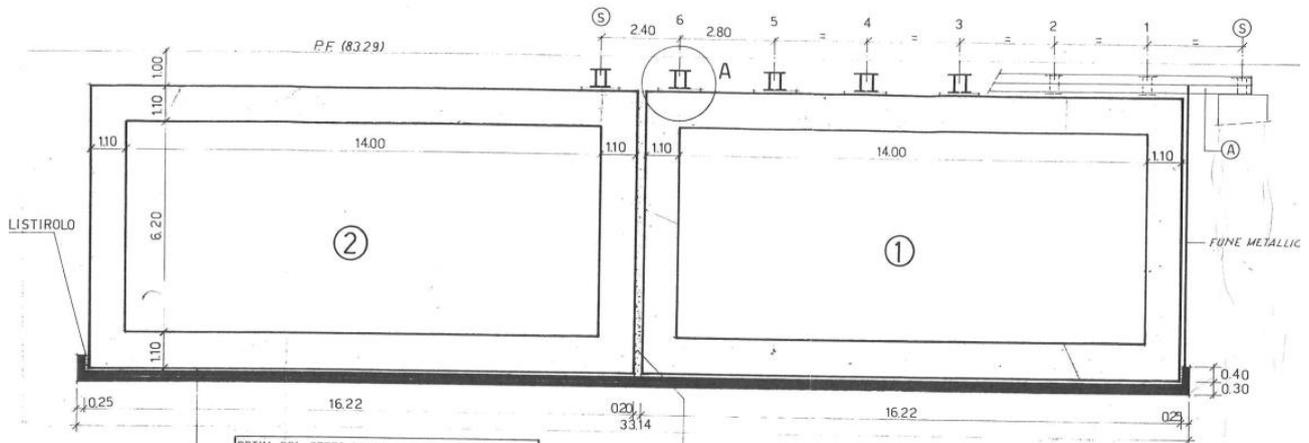


Figura 5 – Sezione trasversale sottovia ferroviario km 142+111

4 CARATTERISTICHE MATERIALI

Dai documenti a disposizione, si sono estrapolate tutte le informazioni possibili per poter effettuare una valutazione di massima dell'opera presa in oggetto.

4.1 Calcestruzzo

Dal materiale a disposizione si evince che per gli elementi strutturali in calcestruzzo, caratterizzanti il sottovia ferroviario, si hanno le seguenti caratteristiche meccaniche:

$R_{ck} \geq 30\text{N/mm}^2$ per tutti gli elementi strutturali

4.2 Acciaio

Dal materiale a disposizione si evince che le armature metalliche degli elementi in c.a sono ad aderenza migliorata di acciaio tipo FeB 44k.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A	FOGLIO 9 di 15

5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente capitolo vengono riportati i carichi agenti sulla soletta superiore, dei sottovia ferroviari, nello stato attuale in cui si trovano.

5.1 G00: Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali viene considerato in funzione della densità del calcestruzzo $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$ e dell'acciaio pari a $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$.

5.2 G01: Sovraccarico permanente

Sulla soletta superiore del singolo scatolare, si considera uno spessore massimo di ballast e armamento pari a 1.10m della linea ferroviaria Milano-Venezia, con peso per unità di volume pari a $\gamma_{pav} = 18.00 \text{ kN/m}^3$ distribuito su tutta la larghezza della soletta. Di conseguenza, si ha che il carico agente sulla soletta è uguale a:

$$q_{G01} = 1.10 \times 18.00 = \mathbf{19.80 \text{ kN/m}^2}$$

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

5.3 G02: Azione da ritiro

Considerando che la struttura analizzata risale agli anni '80, l'azione da ritiro si può trascurare, in quanto il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione dei due scatolari ha pienamente sviluppato il suo effetto nel corso degli anni.

5.4 Q00: Carico ferroviario

Il carico verticale ferroviario è definito per mezzo di diversi modelli di carico: in particolare sono forniti due treni di carico distinti, il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW/2. Questi modelli di carico schematizzano gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e sono descritti nei seguenti schemi riportati di seguito:

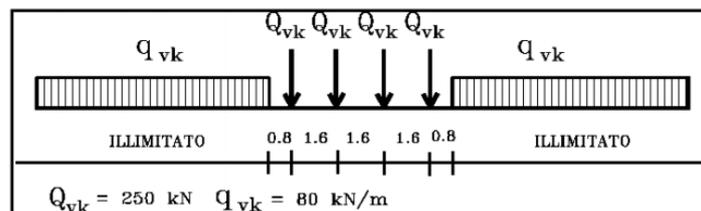
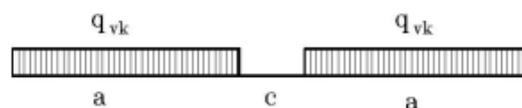


Fig. 1 –Modello di carico LM71



Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Fig. 2 –Modello di carico SW

Coefficiente di adattamento α :

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW/2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

o categoria di linea. Per l'opera presa in considerazione si considera un coefficiente adattivo α pari a 1.1 per il modello di carico LM71 e pari a 1.0 per il modello di carico SW/2.

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa (α)
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Tabella 1 – Coefficiente di adattamento

In generale, i carichi assiali del modello di carico LM71 possono essere distribuiti uniformemente nel senso longitudinale, al di sotto delle traverse, come indicato nella seguente immagine.

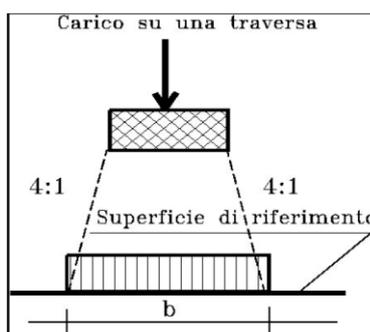


Fig. 3 – Diffusione longitudinale dei carichi attraverso il ballast

Dove superficie di riferimento è da intendersi la superficie di appoggio del ballast.

Assumendo una lunghezza della traversina pari a 2.40m e un'altezza del ballast sottostante pari a 0.87m, la diffusione longitudinale del carico ferroviario risulta pari a:

$$b = 2.40 + 0.87/4 \times 2 = 2.835\text{m}$$

Coefficiente dinamico Φ :

Per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli, i valori di carico relativi alla configurazione LM71 e SW/2 dovranno essere ulteriormente moltiplicati per un coefficiente dinamico Φ . Per la struttura oggetto di studio si considera, a favore di sicurezza, il coefficiente dinamico per linee con ridotto standard manutentivo:

$$\Phi_3 = 2.16 / (L_{\Phi}^{0.5} - 0.2) + 0.73 \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

Considerando una lunghezza L_{Φ} pari a 10.80m, di conseguenza si ha che il coefficiente dinamico Φ_3 da applicare ai due modelli di carico ferroviario è pari a:

$$L_{\Phi} = 16.20\text{m}$$

$$\Phi_3 = 2.16 / (16.20^{0.5} - 0.2) + 0.73 = 1.29$$

Infine, il carico ferroviario dovuto al modello di carico LM71 e SW/2 risulta pari a:

$$q_{LM71} = 1.10 \times 1.29 \times (250 \times 4) / 6.4 / 2.84 = 78.07\text{kN/m}^2$$

$$q_{SW/2} = 1.00 \times 1.29 \times 150 / 2.84 = 68.13\text{kN/m}^2$$

Il carico considerato in entrambi gli impalcati è quindi pari a **78.07kN/m²**.

5.5 Q01: Azione termica

Gli effetti dell'azione termica uniforme e differenziale agente sulla soletta superiore dei sottovia, non viene considerata in quanto non determinante ai fini della valutazione dell'opera presa in oggetto.

5.6 Azione sismica

L'azione sismica verticale sull'impalcato è trascurabile, in quanto non rientra nelle prescrizioni descritte nei capitolo §3.2.3 e §7.2.2 delle NTC 2018.

5.7 Altre azioni

Gli effetti di altre azioni sull'impalcato a travi incorporate, come ad esempio l'azione di avviamento e frenatura dei mezzi ferroviari, non vengono presi in considerazione in quanto non determinante ai fini della valutazione dell'opera in oggetto.

6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Attualmente nella zona interessata dall'intervento del sottovia ferroviario al km 142+111, su ciascuna soletta superiore, sono presenti i due binari della linea ferroviaria storica Milano – Venezia. Nello stato definitivo verranno conservati i due binari sovrastanti (linea storica Milano-Venezia e la linea indipendente merci) su entrambi gli scatolari esistenti, con una traslazione planimetrica degli assi binari verso nord, mantenendo pressochè inalterato l'andamento altimetrico. Difatti, alle strutture esistenti verranno agganciati due nuovi scatolari lato nord e sud, tali da permettere la traslazione dei binari esistenti verso nord e l'aggiunta di un'ulteriore binario di progetto più a sud.

Di seguito si riportano planimetria generica rappresentativa dello stato esistente e definitivo, dove si evidenziano in rosso i nuovi allineamenti ferroviari previsti da progetto.

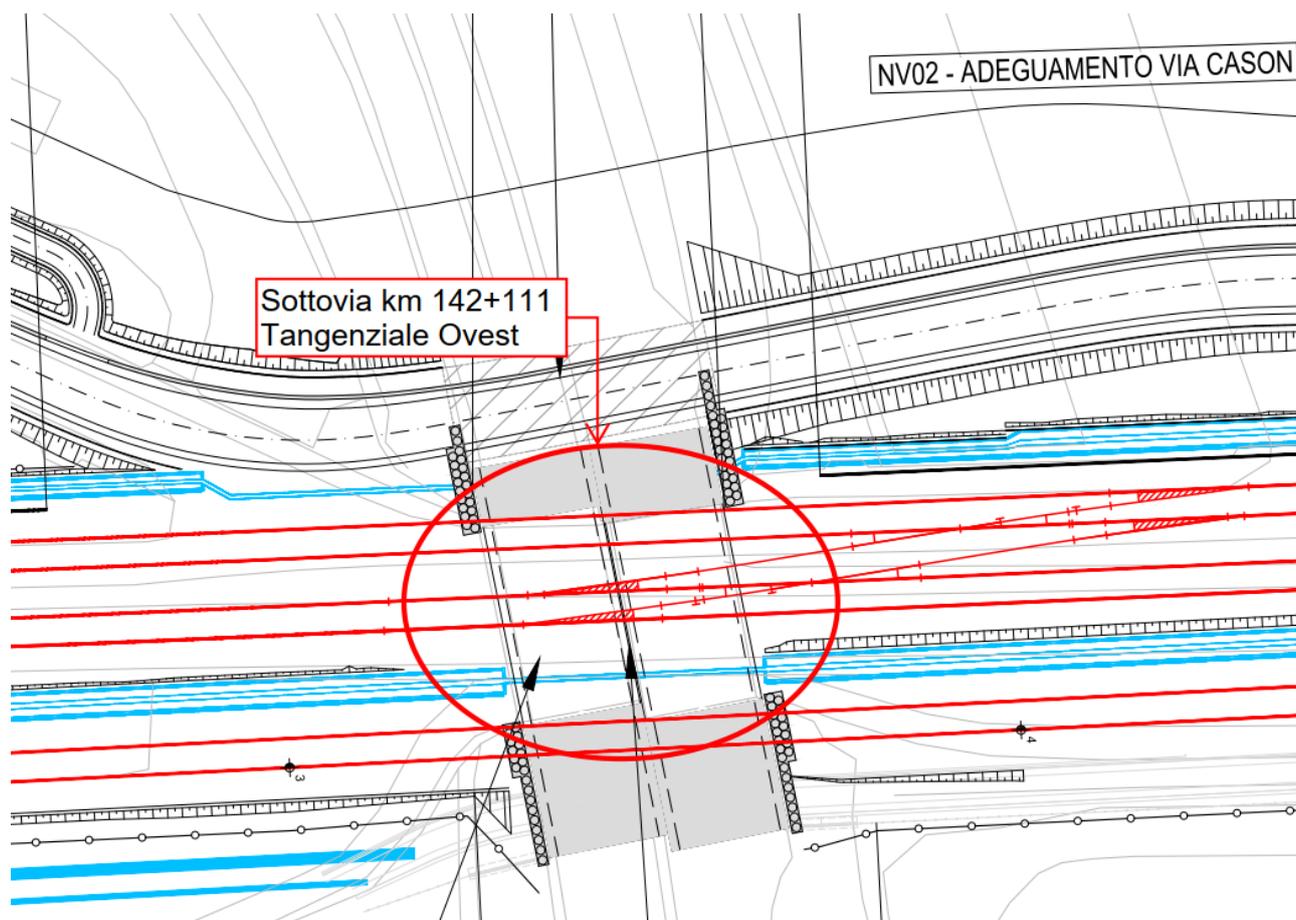


Figura 6 – Planimetria dell'intervento del sottovia ferroviario, situato in corrispondenza del km 142+111



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA
FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D 26 CL	SL 01 00 002	A	14 di 15

Come si nota dalla planimetria riportata nella precedente immagine, dove si evidenziano gli assi binari di progetto in rosso e gli assi esistenti in grigio, il piano ferro della linea ferroviaria Milano – Venezia subisce una traslazione verso nord, mantenendo pressochè invariato l’altezza del piano ferro rispetto alla situazione attuale, nella zona del sottovia al km 142+111. Di conseguenza, lo stato sollecitativo agente sulle solette superiori degli scatolari è paragonabile a quello persistente allo stato attuale. Difatti, il carico variabile dovuto al traffico ferroviario, graverà su sezioni equivalenti a quelle attuali, quindi con medesime caratteristiche meccaniche e geometriche, visto che le sezioni delle solette superiori risultano omogenee lungo tutto lo sviluppo del sottovia, quindi con medesima distribuzione di armatura.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO E DI VERIFICA FUNZIONALITA' OPERE ESISTENTI	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 01 00 002	REV. A

7 CONCLUSIONI

La presente relazione ha per oggetto la valutazione strutturale del sottovia ferroviario, situato in corrispondenza del km 142+111 della linea ferroviaria Milano-Venezia nel comune di Verona. Per quanto descritto nei capitoli precedenti si evincono le seguenti conclusioni:

- Il materiale a disposizione è sufficiente per effettuare una valutazione di massima dello stato sollecitativo della struttura analizzata;
- I carichi predominanti per il sottovia ferroviario sono rappresentati dal sovraccarico permanente portato §5.2 e dall'azione del carico ferroviario agente su entrambe le solette degli scotolari §5.4;
- Il progetto definitivo non prevede importanti alterazioni della linea ferroviaria Milano -Venezia, nell'area d'intervento del sottovia ferroviario al km 142+111. Difatti, abbiamo che per entrambe le solette superiori degli scotolari si ha sostanzialmente il mantenimento planimetrico ed altimetrico della tratta ferroviaria. Si può affermare così che lo stato sollecitativo della struttura viene semplicemente traslato su sezioni equivalenti a quelle attuali, con medesime caratteristiche meccaniche e geometriche, mantenendosi pressochè inalterato rispetto allo stato attuale in cui si trova l'opera in oggetto (fare riferimento al §5).
- I risultati ottenuti in questo documento dovranno essere, perciò, trattati come risultati di una valutazione di massima delle condizioni strutturali dell'opera in oggetto. Per un'analisi più completa dell'interazione tra le strutture esistenti e le nuove opere di aggancio lato nord e sud, si rimanda alla fase di progettazione esecutiva.