

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

CUP: J14D20000010001

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST**

FV07 - Rifacimento accesso di Verona Porta Vescovo

Relazione di calcolo rampa disabili

SCALA:

-

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

I N 1 A 2 0 D 2 6 C L F V 0 7 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Reale	Gen. 2021	M. Rigo	Gen. 2021	C. Mazzocchi	Gen. 2021	A. Perego Gen. 2021

File: IN1A20D26CLFV0700001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....	5
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
4	MATERIALI	9
4.1	CALCESTRUZZO	9
4.2	ACCIAIO	9
4.2.1	<i>Acciaio da cemento armato ordinario.....</i>	<i>10</i>
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	11
5.1	RILEVATO FERROVIARIO.....	11
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE.....	11
6	CRITERI PROGETTUALI	13
6.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	13
6.2	ANALISI SISMICA	13
7	ANALISI DEI CARICHI	14
7.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	14
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI	14
7.3	SOVRACCARICO VARIABILE UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO.....	14
7.4	AZIONI SISMICHE	14
7.5	STATI LIMITE ULTIMI	15
7.5.1	<i>Stati limite d'esercizio</i>	<i>15</i>
8	VERIFICHE STRUTTURALI.....	16
8.1	STATO LIMITE ULTIMO - SISMA ASSENTE.....	16
8.2	STATO LIMITE ULTIMO - SISMA PRESENTE	16
8.3	STATO LIMITE DI ESERCIZIO	17

Relazione di calcolo rampa disabili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FV 07 00 001	A	3 di 21

9	SOFTWARE.....	17
10	MODELLI A ELEMENTI FINITI.....	17
11	VERIFICHE	18
11.1	VERIFICHE S.L.U.....	18
11.2	VERIFICHE S.L.E.	19
11.3	VERIFICA DELLE SOLETTE DELLE RAMPE.....	20
	<i>11.3.1 Verifiche S.L.U.</i>	<i>20</i>
11.4	VERIFICHE S.L.E.	20
12	INCIDENZE.....	21
12.1	PARATIA PALO F 300 H LIBERA = 8,83 M	21

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Brescia Est – Verona.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo. 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).



	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
	Relazione di calcolo rampa disabili	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FV 07 00 001	REV. A

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

- [1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [2] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- [3] Circolare n.7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- [4] UNI 11104: "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"
- [5] UNI EN 206-1:2014: "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità"
- [6] UNI EN 1990:2006 - "Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale."
- [7] UNI EN 1991-1-1: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici."
- [8] UNI EN 1991-1-3: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve."
- [9] UNI EN 1991-1-4: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento."
- [10] UNI EN 1991-1-5: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche."
- [11] UNI EN 1991-1-6: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione."
- [12] UNI EN 1991-1-7: 2006 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali."
- [13] - UNI EN 1991-2: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti."
- [14] UNI EN 1992-1-1, Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1: regole generali e regole per gli edifici".
- [15] UNI EN 1992-2: "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi."
- [16] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.
- [17] Specifica RFI DTC INC SP IFS 002 A - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria.
- [18] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari.
- [19] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 006 A - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.
- [20] UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [21] UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;

[22] UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;

[23] UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;

[24] STI 2014 –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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

[25] RFI DTC SI MA IFS 001 E Manuale di progettazione delle opere civili.

[26] 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nella presente relazione di calcolo è riportata la verifica delle rampe disabili che collega il piazzale esterno della Stazione di Porta Vescovo con il sottopasso di stazione, che oggi è collegato da una sola rampa di scale. Il dislivello superato è di 3,50 m.

Vengono realizzate 4 rampe di lunghezza pari a 10 m, 1 rampa di 6,00 m ed una da 2,00 m, con una pendenza pari al 7% circa e 5 pianerottoli di lunghezza 1,50 m tra una rampa e l'altra.

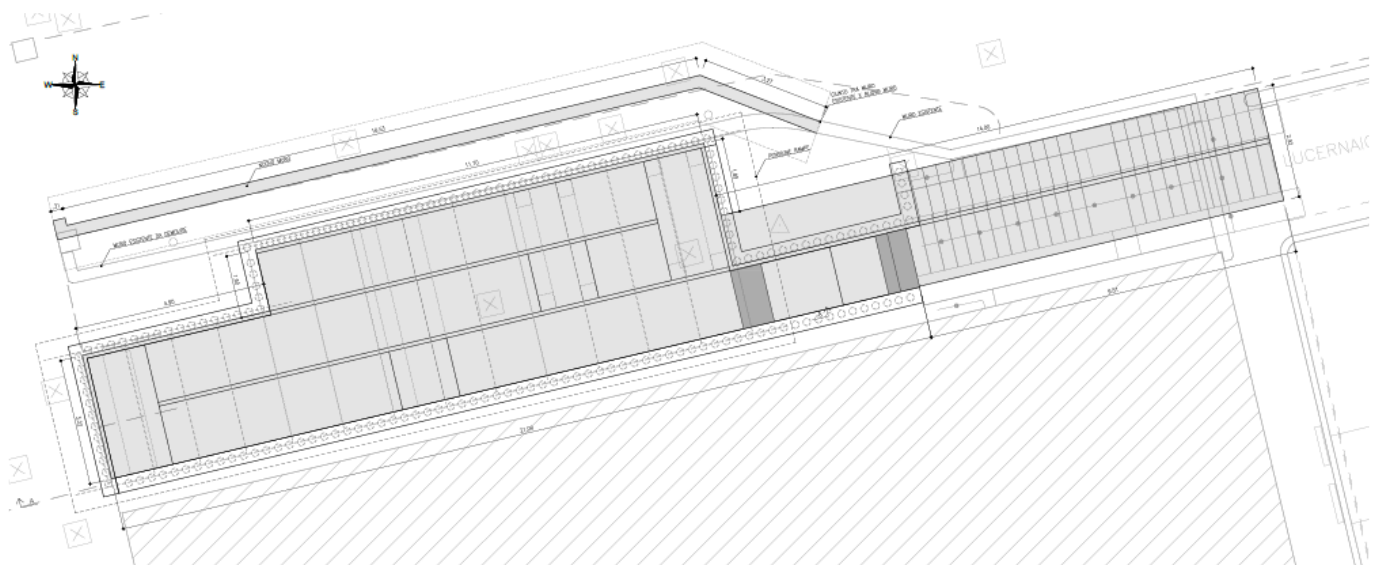
Le rampe sono realizzate mediante solette in c.a., con uno spessore di 30 cm e una larghezza di 1,50m, inghisate a pareti laterali in c.a. di spessore 20 cm. La finitura del getto delle rampe sarà antiscivolo.

La fondazione è costituita da una platea in c.a. di spessore 30 cm, con piano di imposta a 3.80 m circa dal piano campagna.

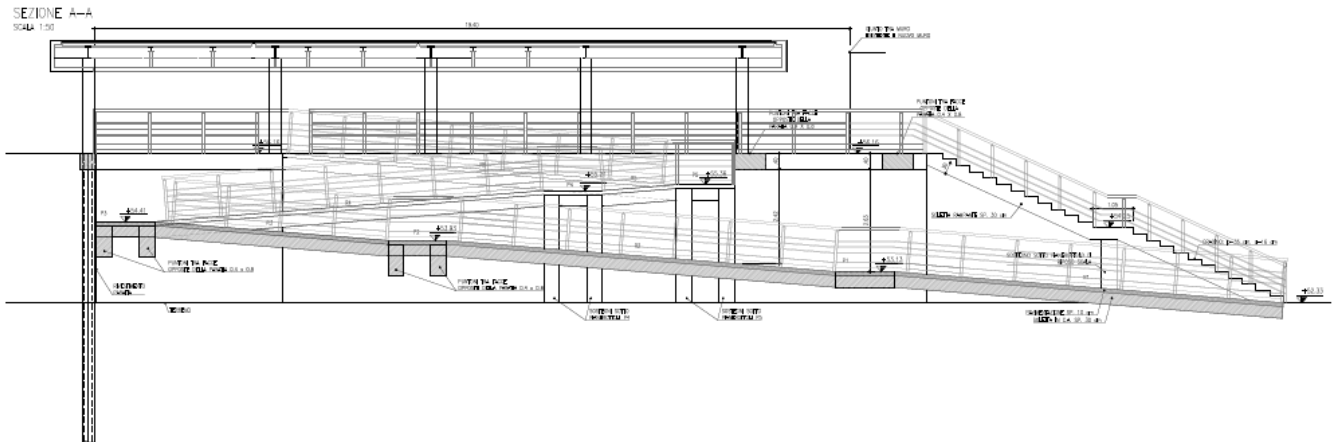
La rampa è coperta da una pensilina in carpenteria metallica.

Nel seguito si riporta il calcolo.

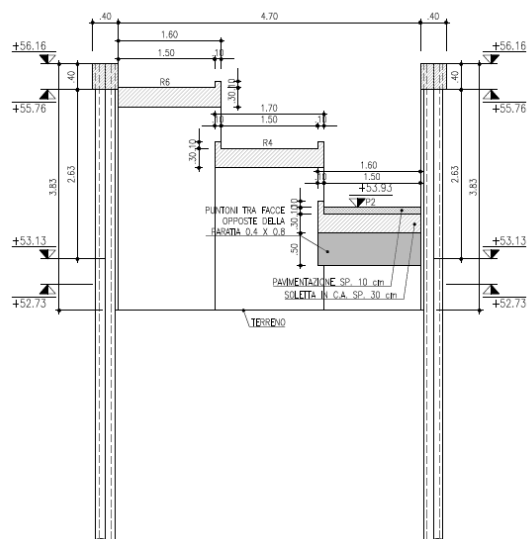
Di seguito vengono riportati i principali grafici delle strutture.



Pianta delle opere



Prospetto dell'opera



Sezione trasversale

Di seguito vengono riportate per le sezioni citate l'analisi dei carichi, il calcolo delle strutture e le relative verifiche.

4 MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

CORDOLO DI TESTA DELLA PARATIA E PARATIE:

Classe di resistenza	C25/30	
Modulo elastico	$E_c =$	31,447 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	25,00 N/mm ²
Resistenza media a compressione cilindrica	$R_{ck} =$	30,00 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	14,11 N/mm ²
Resistenza a trazione (valore medio)	$f_{ctm} =$	2,56 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} =$	1,79 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} =$	2,14 N/mm ²
Classe di esposizione (UNI 11104)		XC2
Contenuto minimo di cemento (UNI 11104)		300 Kg/mc
Classe di consistenza (RFI DTC SI PS SP IFS 001D)		S3/S4
Rapporto acqua/cemento massimo (UNI 11104)		0.60
Diametro massimo degli inerti		32 Mm
Copriferro minimo		3 cm

4.2 Acciaio

ACCIAIO CARPENTERIA METALLICA

- acciaio secondo EN 10025, DM 17.01.2018 e istruzione FS 44M
- lamiere e profili per elementi saldati S275J2/K2
- lamiere e profili per elementi non saldati S275J0

Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale della membratura			
	$t \leq 40$ mm		40 mm $< t \leq 80$ mm	
EN 10025-2	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470

Unioni saldate

Saldature a completa penetrazione (UNI EN 1011 e DM2018).

Relazione di calcolo rampa disabili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FV 07 00 001	A	10 di 21

Stato limite ultimo

 Coefficiente parziale $\gamma_{M2} = 1.25$

 Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yb} = 900 \text{ MPa}$

 Tensione caratteristica di rottura: $f_{tb} = 1.000 \text{ MPa}$

Saldature a cordone d'angolo (UNI EN 1011 e DM2018), altezza di gola minima di 0,7 volte lo spessore più piccolo dell'elemento da unire.

Tutti i materiali dovranno essere sottoposti a collaudo in accordo al d.m. 2018 e alla istruzione FS 44 M.

4.2.1 Acciaio da cemento armato ordinario

Barre a aderenza migliorata: acciaio tipo B450C

- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yt} \geq 450 \text{ MPa}$

- Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

La tensione di design risultano:

per lo S.L.U. $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{450}{1,15} \cdot \frac{1}{1,00} = 391,3 \text{ daN/cm}^2$

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In riferimento al modello geotecnico del sottosuolo che caratterizza l'area di sedime dell'opera si definiscono i principali parametri fisico-meccanici dei terreni interagenti con l'opera.

In relazione alla sezione trasversale dell'opera si evince una stratigrafia con caratteristiche che entrano in gioco nel calcolo strutturale dei muri dal punto di vista dei carichi e dell'interazione terreno-struttura. Procedendo dal basso verso l'alto si hanno, nell'ordine:

- il terreno di fondazione;
- il rilevato ferroviario.

5.1 Rilevato ferroviario

Il terreno che costituisce il rilevato ferroviario ha le seguenti caratteristiche:

Peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Coesione efficace $c' = 0$

Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 38^\circ$

5.2 Terreno di fondazione

I principali parametri geotecnici sono riportati di seguito:

		Profondità m da p.c.				
PK		154+046 ÷ 156+000 ZONA 1	156+000 ÷ 157+200 ZONA 2	157+200 ÷ 158+100 ZONA 3	158+100 ÷ 160+925 ZONA 4	
WBS						
Formazione geologica						
Unità Geotecnica		UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa	UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa	UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa	UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa	
Geotecnica	Peso di volume γ [kN/m ³]	19	19	19	19	
	Coesione C' [kPa]	0	0	0	0	
	Angolo di attrito di picco φ' [°]	<5	44.9	44.0	40.2	40.4
		5-15	47.8	44.6	38.8	43.2
		>15	46.4	44.8	41.7	44.0
	Densità relativa D_R [%]	<5	92.8	86.5	74.8	76.4
		5-15	95.3	82.7	63.1	79.9
		>15	82.3	75.8	66.2	75.3
	Modulo di taglio G_0 [MPa]	<5	83.2	80.3	65.7	68.6
		5-15	145.2	132.1	104.1	124.8
		>15	199.6	187.8	182.6	188.3
	Modulo di deformazione elastica iniziale E_0 [Mpa]	<5	199.8	192.8	157.7	164.5
		5-15	348.5	316.9	249.7	299.5
		>15	479.1	450.8	438.1	452.0
	Modulo di deformazione operativo per i rilevati E_{RIL} [Mpa]	<5	20.0	19.3	15.8	16.5
		5-15	34.9	31.7	25.0	30.0
		>15	47.9	45.1	43.8	45.2
	Modulo di deformazione operativo per le opere civili E_{OC} [Mpa]	<5	40.0	38.6	31.5	32.9
5-15		69.7	63.4	49.9	59.9	
>15		95.8	90.2	87.6	90.4	
Modulo di deformazione operativo E'_{25} [Mpa]	<5	50.9	48.7	34.9	35.6	
	5-15	66.3	55.5	33.1	48.8	
	>15	67.6	61.8	48.6	57.3	
Classe sottosuolo		B	B	B	B	

L'opera in esame è situata nella Zona 4.

6 CRITERI PROGETTUALI

6.1 Vita nominale e classe d'uso

Altre opere esistenti a velocità $V \leq 200$ km/h	Vita nominale	50 anni
Opere d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria	Classe d'uso IV	$C_u = 2$

6.2 Analisi sismica

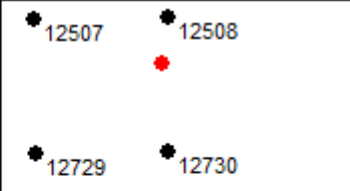
Per la definizione dell'azione sismica, si sono ricavati i parametri per le due opere più distanti e si sono usati i valori massimi.

Calcolo Parametri Sismici

Parametri sismici	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	60	0,604	2,513	0,250
SLD	101	0,781	2,470	0,260
SLV	949	1,986	2,468	0,280
SLC	1950	2,583	2,404	0,287

- ID Punto 1 = 12508
- ID Punto 2 = 12507
- ID Punto 3 = 12729
- ID Punto 4 = 12730

Dati sismici rilevati correttamente.



<< Indietro
Avanti >>

Stato Limite Ultimo

SLV Nessun valore

SLC

Stato Limite Esercizio

SLD Nessun valore

SLD

Esporta dati >>
Chiudi

Categoria del sottosuolo	C
Condizioni topografiche	T1
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s = 1.4$
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	$C_C = 1,33$
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1,0$

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso degli elementi strutturali viene automaticamente calcolato dal software, dopo aver assegnato i pesi specifici dei materiali

Peso specifico calcestruzzo 25 kN/m^3

7.2 Carichi permanenti portati

$g_2 = 1,00 \text{ kN/m}^2$

7.3 Sovraccarico variabile uniformemente distribuito

Folla compatta $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

7.4 Azioni sismiche

Azioni sismiche (§5.2.2.8 NTC 2018)

Per le azioni sismiche si devono rispettare le prescrizioni di cui al § 3.2. e al § 7.9.

Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai carichi permanenti e considerando con un coefficiente $\psi_2 = 0,2$ il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico ferroviario.

Le forze sismiche sono date dalle seguenti relazioni:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

Dove W rappresenta le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

Coefficiente sismico orizzontale $k_h = a_{\max} / g$

Coefficiente sismico verticale $k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$

Dove $a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$.

Il valore di a_g è riportato al §5.4.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
	Relazione di calcolo rampa disabili	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FV 07 00 001	REV. A

7.5 Stati limite ultimi

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

1. SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di:
Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.
2. SLU di tipo geotecnico (GEO), relative a condizioni di:
Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno.

Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tab. 2.6.I. della NTC2018.

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Nell'*Approccio 1*, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R). Nella *Combinazione 1* dell'*Approccio 1*, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. della NTC2018. Nella *Combinazione 2* dell'*Approccio 1*, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'*Approccio 2* si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

7.5.1 Stati limite d'esercizio

I principali Stati Limite di Esercizio sono elencati nel seguito:

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f) corrosione e/o degrado dei materiali in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la durabilità.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio comprendono gli Stati Limite di Operatività (SLO) e gli Stati Limite di Danno (SLD), come precisato nel § 3.2.1. della NTC2018.

8 VERIFICHE STRUTTURALI

Le azioni agenti sulla struttura sono combinate in base al D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Si riportano di seguito le espressioni generiche delle combinazioni di carico nel caso di verifiche allo Stato Limite Ultimo e Stato Limite di Esercizio.

In accordo alla normativa, al paragrafo 2.5.1.3, vengono assunte le seguenti definizioni:

G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali

G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali

P = azione della pretensione e precompressione

Qk1 = azioni variabili di base

Qki = azioni variabili tra loro indipendenti

A = azioni che si verificano solo eccezionalmente (incendi, esplosioni, urti e impatti)

E = azioni derivate dal sisma

8.1 STATO LIMITE ULTIMO - SISMA ASSENTE

Si riporta di seguito l'espressione di riferimento per combinazioni di carico allo stato limite ultimo, senza sisma

$$F_d = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} (\psi_{0i} \times Q_{ki})$$

8.2 STATO LIMITE ULTIMO - SISMA PRESENTE

Si riporta di seguito l'espressione di riferimento per combinazioni di carico allo stato limite ultimo, con sisma

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \times Q_{ki})$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \times Q_{ki})$$

8.3 STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Le combinazioni allo stato limite di esercizio si suddividono in:

Rare
$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} \times Q_{ki})$$

Frequenti
$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \times Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \times Q_{ki})$$

Quasi permanenti
$$F_d = G_1 + G_2 + P + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \times Q_{ki})$$

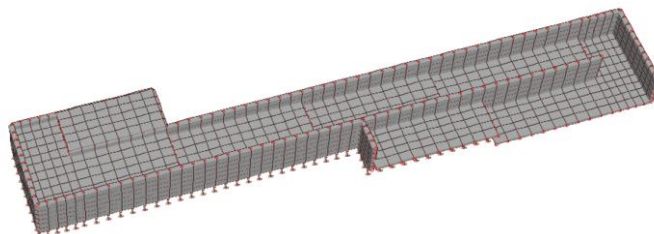
Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se nel caso, i carichi G_2 .

9 SOFTWARE

I calcoli strutturali sono stati eseguiti con l'ausilio di analisi agli elementi finiti per mezzo del software MasterSAP dello Studio Software AMV S.r.l. - Via S. Lorenzo, 106 - Ronchi dei Legionari (GO)

10 MODELLI A ELEMENTI FINITI

Per l'analisi della struttura è stato elaborato un modello a elementi finiti di cui si riporta la descrizione.



Le pareti, le solette e la platea sono modellate mediante elementi finiti bidimensionali (shell).

Gli elementi della platea sono vincolati mediante molle elastiche (costante di Winkler 3,0 daN/cm²) per simulare l'interazione della struttura con il terreno. Sono applicati i carichi verticali sulle rampe e la spinta del terreno sui muri contro terra.

11 VERIFICHE

Si riportano nel seguito le verifiche dei principali elementi strutturali. Le verifiche sono condotte agli Stati

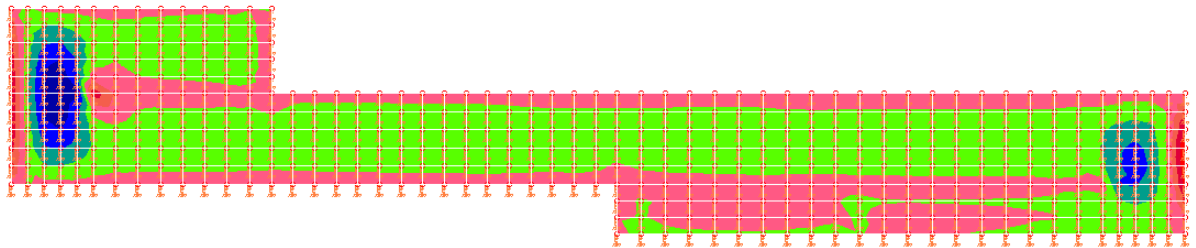
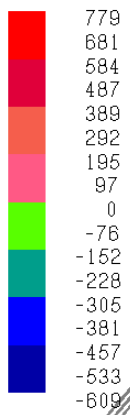
Limite, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Verifica della platea

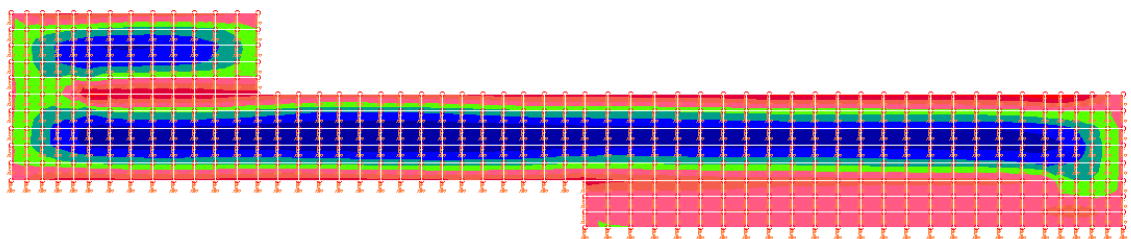
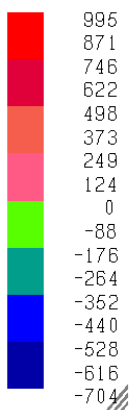
11.1 Verifiche S.L.U.

Nella figura seguente si riporta l'andamento del momento flettente e del taglio allo SLU per la platea nelle due direzioni.

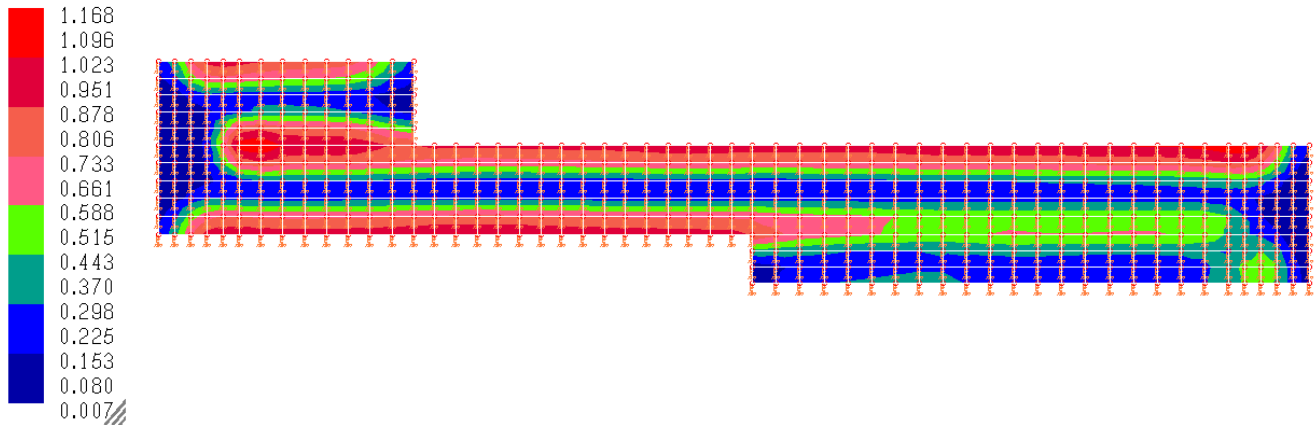
M_{xx}
daN \times cm/cm



M_{yy}
daN \times cm/cm



Taglio t_z M_{yy}
daN/cm²



Momento flettente e taglio platea rampa - SLU

Le massime sollecitazioni agenti allo S.L.U. sulla platea nelle due direzioni risultano quindi:

- $M_{Ed,y,max} = 10,0$ kNm/m
- $M_{Ed,x,max} = 7,8$ kNm/m
- $V_{Ed,max} = 1,17$ daN/cm² × 20 cm = 23,4 kN/m

La platea, di spessore 20 cm, è armata con $\varnothing 10$ a passo 20 cm superiori e inferiori in entrambe le direzioni.

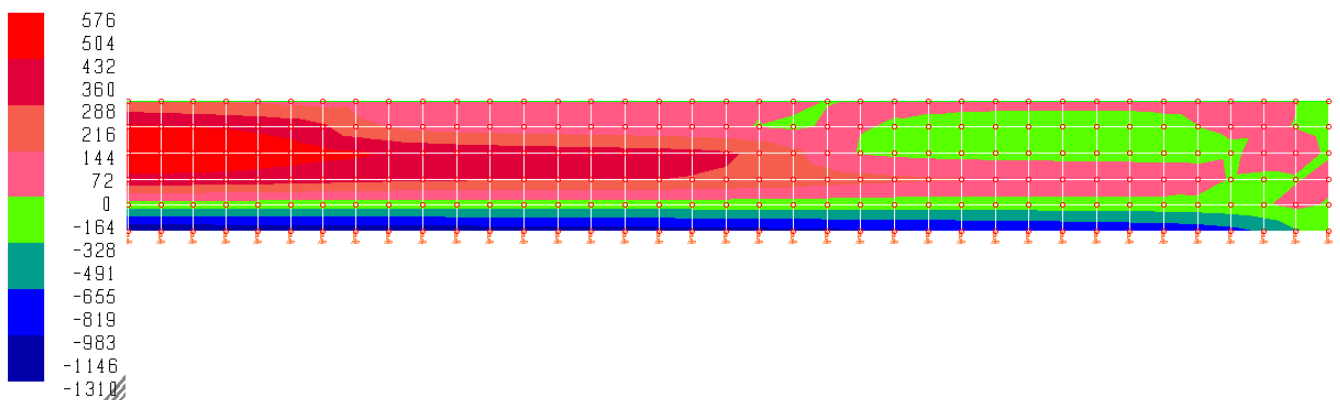
I valori resistenti di momento flettente e taglio risultano:

- $M_{Rd} = 25,5$ kNm/m La verifica risulta soddisfatta (I.R. 0,40)
- $V_{Rd} = 84,0$ kN/m La verifica risulta soddisfatta (I.R. 0,26)

11.2 Verifiche S.L.E.

Nella figura seguente si riporta l'andamento del momento flettente in esercizio (SLE, combinazione rara) per il muro.

M_{yy}
daN×cm/cm



Momento flettente muro contro terra- SLE

Le tensioni di calcolo nei materiali, corrispondenti al massimo momento in esercizio pari a 13.2 kNm/m risultano:

- $\sigma_c = -4,4 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 233 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

L'apertura delle fessure risulta:

- $w_d = 0,22 \text{ mm} < w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Le verifiche risultano soddisfatte.

11.3 Verifica delle solette delle rampe

11.3.1 Verifiche S.L.U.

Si considera uno schema di trave in semplice appoggio per la verifica dell'armatura della soletta delle rampe.

Si considera una luce di calcolo di 2,0 m.

Il momento sollecitante allo SLU per una striscia di soletta di larghezza unitaria risulta:

- $M_{Ed} = pL_2/8 = 6,1 \text{ kNm/m}$
- Il taglio sollecitante risulta:
- $V_{Ed} = pL/2 = 12,2 \text{ kN/m}$

La soletta ha uno spessore di 15 cm ed è armata con barre $\emptyset 10$ a passo 20 cm superiori e inferiori.

Il momento resistente risulta:

$M_{Rd} = 18,7 \text{ kNm/m}$ (verifica soddisfatta con I.R. 0,33)

Il taglio resistente risulta:

$V_{Rd} = 59,3 \text{ kN/m}$ (verifica soddisfatta con I.R. 0,21)

La resistenza a taglio di ciascun $\emptyset 10$ utilizzato per l'ancoraggio alle pareti con resina tipo Hilti HIT-RE 500 risulta:

$V_{Rd} = 14,7 \text{ kN}$

11.4 Verifiche S.L.E.

Le tensioni di calcolo nei materiali, corrispondenti al momento in esercizio pari a 4.5 kNm/m risultano:

- $\sigma_c = -2,8 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 109 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

L'apertura delle fessure risulta:

- $w_d = 0,09 \text{ mm} < w_2 = 0,30 \text{ mm}$



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo rampa disabili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FV 07 00 001	A	21 di 21

12 INCIDENZE

12.1 PARATIA PALO F 300 H LIBERA = 8,83 M

Solotta 160 kg/mc