



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'
SERVIZIO SUOLO E PARCHEGGI

PROGETTO MOVICENTRO TERMINAL BUS DI CORSO BOLZANO



PROGETTO ESECUTIVO

TAV.	RELAZIONE	gennaio 2013
REL		

il progettista
Ing. Lorenzo PERETTI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Letizia CLAPS



CITTA' DI TORINO

VICE DIREZIONE GENERALE INGEGNERIA
DIREZIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'
SERVIZIO SUOLO E PARCHEGGI

TERMINAL BUS DI C.SO BOLZANO RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Obbiettivo dell'opera

L'obbiettivo del presente progetto è l'utilizzazione dell'area collocata in c.so Bolzano tra via Grattoni e via Ruffini, esternamente al protendimento del filo stradale caratteristico del corso a sud della via Grattoni stessa, come terminal bus.

Infatti, l'attuale terminal di corso Vittorio Emanuele II, ivi collocato dopo alcuni trasferimenti temporanei, dovrà essere necessariamente spostato in quanto ricompreso nell'area di trasformazione urbanistica "ex Westinghouse", per la quale la Città ha già stipulato un contratto preliminare per la costituzione del diritto di superficie.

Per quanto la pianificazione della Città sia orientata alla realizzazione di nodi di interscambio periferici ma comunque serviti da linee di trasporto forte (sistema ferroviario metropolitano e la metropolitana), nei quali attestare anche le linee bus ed in particolare quelle a lunga percorrenza, non si dispone, allo stato attuale, di aree sulle quali realizzare tale attestamento in tempo utile rispetto alla dismissione dell'area sulla quale sono collocati i servizi all'utenza dell'attuale terminal di Corso Vittorio Emanuele.

Il nuovo terminal, che risponde alle attuali esigenze rilevate per il terminal di Corso Vittorio Emanuele, risulta altresì compatibile con le usuali esigenze delle linee di trasporto pubblico locale e, a seguito di una ricollocazione dei bus a lunga percorrenza come sopra indicato, potrà essere utilizzato da alcune linee di TPL o comunque da linee ad alto valore trasportistico per le quali si renda opportuno il raggiungimento del centro cittadino.

Il sito individuato risulta di particolare interesse logistico per l'agevole interscambio con le linee ferroviarie, risultando antistante la nuova stazione di Porta Susa, con la linea di Metropolitana, nonché con le linee di TPL transitanti in p.zza XVII Dicembre (che raggiungono l'area più centrale della Città).



CITTA' DI TORINO

La vicina stazione ferroviaria può garantire i necessari servizi all'utenza; inoltre, al di sotto del fabbricato di stazione è stato realizzato un parcheggio, anche con funzioni di "kiss and ride" di libero accesso ed usufruibile anche dai veicoli che accompagnano i passeggeri al terminal.

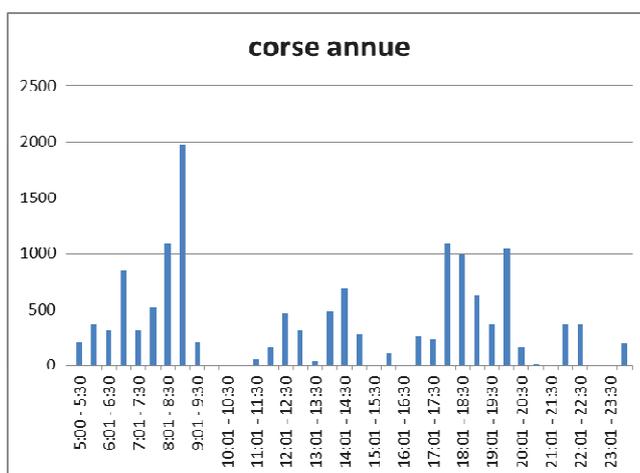
Quadro delle esigenze trasportistiche

Per definire le esigenze si fa riferimento alla situazione dell'attuale terminal di corso Vittorio Emanuele II; qui fanno capolinea:

- linee di percorsi nazionali;
- linee di percorsi internazionali
- linee di percorsi della Provincia di Torino e percorsi interprovinciali

Per quanto riguarda i servizi nazionali, dall'analisi delle attuali concessioni, si rilevano 14.118 corse annue, con occupazione massima contemporanea verosimile di 8 stalli;

in particolare nell'intervallo 8:00 – 20:00 si concentrano 10.458 corse/anno, mentre nell'intervallo 5:00 – 21:00 si concentrano 13.196 corse/anno.



corse annue su percorsi nazionali

Le linee internazionali risultano in continua evoluzione, ragione per cui non si è proceduto ad un accurato censimento; di tali linee si è tenuto conto incrementando di una opportuna percentuale le linee a percorrenza nazionale.

Le linee provinciali sono caratterizzate da un traffico per il giorno tipo feriale di circa 120 partenze; si rileva verosimilmente una occupazione massima contemporanea di 8 stalli.

Si segnala, all'uopo, che gli stalli attualmente presenti in Corso Vittorio Emanuele sono 13.

Come si evidenzia dagli elementi su esposti, il piazzale in oggetto non è sufficiente per ospitare sia le linee a lunga percorrenza sia quelle provinciali, per cui, nella fase antecedente una completa



CITTA' DI TORINO

riorganizzazione sui nodi di interscambio esterni al centro cittadino, alcuni stalli dovranno essere identificati a lato del marciapiede di Corso Bolzano.

Per quanto previsto dal Regolamento DPR 207/10 (artt 14, 18, 20), si è proceduto all'individuazione delle possibili soluzioni tecniche relative a diverse organizzazione degli stalli.

Si sono considerate soluzioni che evitassero la manovra di retromarcia, in modo da rendere possibile l'utilizzo del terminal, come sopra già indicato, anche alle linee di TPL.

Si descrive, di seguito, la soluzione che è risultata più efficace in termini di numero di stalli.

Stato di fatto e vincoli di progetto

L'area oggetto dell'intervento previsto nel presente progetto risulta attualmente utilizzata a parcheggio, per il quale si distinguono 95 p.a. dei quali 75 ad uso pubblico e 20 riservate alle auto della Polizia; si distingue inoltre un'area, posta nella parte più a sud, dedicata alla sosta dei mezzi di soccorso della "Croce Verde".

L'area è delimitata ad ovest da una banchina verde alberata (con esemplari di giovane età), di separazione con corso Bolzano; detta banchina presenta una sensibile pendenza verso il parcheggio. Ad est l'area è delimitata da un'altra banchina verde alberata, di separazione dalla carreggiata laterale antistante gli edifici esistenti nei quali sono collocati vari uffici pubblici; a circa 4 m di distanza da tale banchina è collocato un filare di alberi, inseriti nella pavimentazione asfaltata del parcheggio.

Sul lato ovest, in corrispondenza del corso, è collocato un parcheggio interrato, che presenta le griglie di aerazione lungo ed a livello del marciapiede del corso stesso; tali griglie costituiscono un vincolo di notevole importanza nei confronti del collegamento viabile tra il corso e terminal.

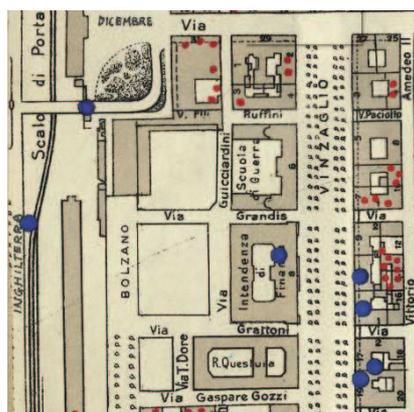
L'area in oggetto è, inoltre, occupata da un manufatto di aerazione della Metropolitana, nonché da diverse botole di servizio; in particolare si segnala la presenza della botola di accesso dei Vigili del Fuoco.

Sul lato sud, in corrispondenza di via Grattoni è stato inoltre realizzato un chiosco bar. Nei pressi di detto chiosco sono collocate delle postazioni di bike sharing; anche sul lato opposto, sul lato nord della via Ruffini sono collocate delle postazioni di bike sharing, alcune delle quali dovranno essere rimosse in quanto interferenti con le necessarie modifiche viabili.

Si rileva che l'area non è stata interessata dai bombardamenti della seconda guerra mondiale, come evidenziato dal sottostante estratto planimetrico.



CITTA' DI TORINO

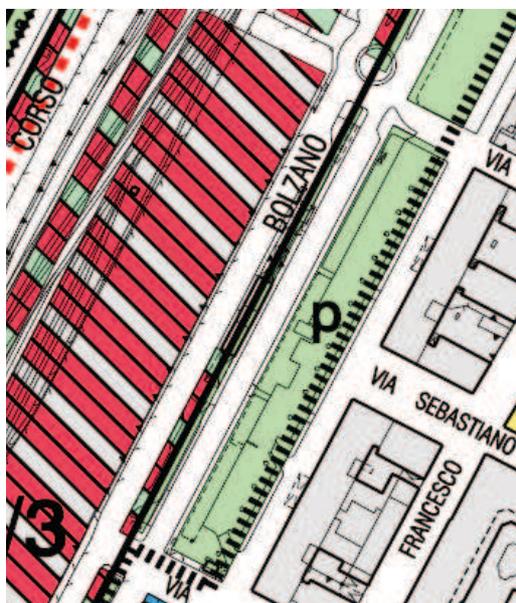


Per l'aspetto di interesse archeologico – paleontologico, l'area è classificata dall'allegato tecnico n. 15 del PRG come “area centrale storica”.

Si rileva comunque che gli scavi interesseranno esclusivamente lo strato superficiale, già manomesso per la realizzazione della pavimentazione.

Per tale motivo, ai sensi del comma 1 ultimo periodo dell'art. 95 del D.Lgs 163/06 s.m.i. non è richiesta quindi la trasmissione della documentazione prevista dalla procedura di “Verifica preventiva dell'interesse archeologico”.

Urbanisticamente l'area è destinata a parcheggio, come indicato dal sottostante estratto planimetrico.



L'utilizzo a terminal, non previsto, peraltro, tra le definizioni contemplate dal PRG, si ritiene compatibile con la destinazione di piano.

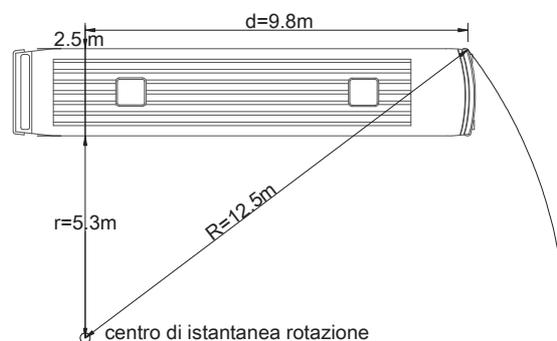
Non risultano fasce di rispetto o immobili soggetti a vincolo.



CITTA' DI TORINO

Gli spazi necessari per le svolte sono ricavate dalle indicazioni del Regolamento del Codice della Strada che, all'art. 217, recita “Ogni veicolo a motore, o complesso di veicoli compreso il relativo carico, deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50 m e raggio interno 5,30 m.”

Risultando la larghezza massima del veicolo 2,50m, si ricava immediatamente la posizione dell'asse posteriore del veicolo convenzionale più ingombrante, sul cui protendimento è collocato necessariamente il centro di istantanea rotazione (in quanto direzione perpendicolare alla velocità istantanea).



$$d = [(12,5\text{m})^2 - (5,3\text{m} + 2,5\text{m})^2]^{1/2} = 9,8\text{m}$$

al variare del raggio R si ricava $r = [R^2 - (9,8\text{m})^2]^{1/2} - 2,5\text{m}$ e conseguentemente la dimensione della corona nel quale è inscritta la manovra (R-r).

per quanto la lunghezza assolutamente più diffusa dei bus sia di 12 m, si sta diffondendo l'utilizzo di bus tipo “gran turismo” più lunghi, tendenti alla dimensione massima di 15 m.

Infatti, nel 2001 si è conclusa la sperimentazione con bus più lunghi di 12 m e, in deroga a quanto previsto all'art. 61 del Codice della Strada, con Circolare DTTSIS 18.11.2003 n. 4346-MOT2/B, attualmente sono autorizzati a circolare bus di lunghezza di 13,5 m se a due assi e di lunghezza 15,00 m se a tre assi.

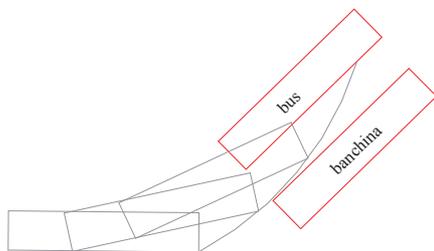
Da indagine diretta, i bus di dimensioni maggiori attualmente utilizzati per le linee di lunga percorrenza sono risultati i Setra S417 e Scania Irizar di lunghezza di 14m.



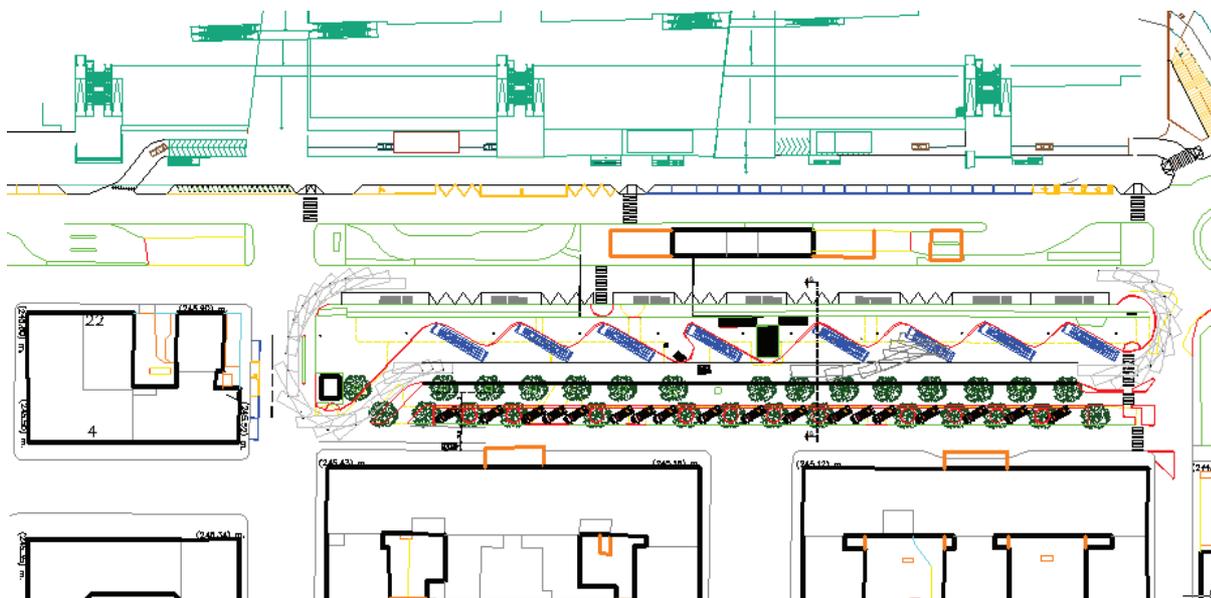
CITTA' DI TORINO

Soluzione di progetto

La soluzione adottata prevede una disposizione degli stalli dei bus lungo un marciapiedi a denti. Tale marciapiede è posizionato sul lato ovest, ovvero in adiacenza a corso Bolzano, al fine di evitare gli attraversamenti pedonali del piazzale. Infatti su tale lato sono presenti le fermate del TPL, della Metropolitana, il parcheggio "kiss and ride" nonché gli accessi alla stazione ferroviaria, ovvero tutte le destinazioni di interesse dei passeggeri. Sempre al fine di limitare le interferenze con pedoni provenienti o diretti all'esterno del terminal, il piazzale è delimitato ad est da transenne. Con tale disposizione degli stalli risulta necessario effettuare gli ingressi agli stalli stessi con svolta a destra in quanto, in caso contrario, lo spanciamento allontanerebbe il lato destro del bus (con le porte) dalla banchina.



Conseguentemente, risulta determinato il senso di percorrenza del piazzale da nord verso sud. La suddetta disposizione permette di identificare 8 stalli all'interno del piazzale.





CITTA' DI TORINO

La disposizione degli stalli permette ai bus di lunghezza usuale di 12 m di effettuare le manovre di accostamento ed uscita senza manovra di retromarcia; gli stalli possono ospitare, altresì, bus di lunghezza maggiore, fino a 14 m, che però devono effettuare la manovra di regresso.

Tale manovra non costituisce un problema per tali mezzi che sono dotati di telecamera posteriore e, essendo utilizzati per lunghi percorsi, sono dotati di doppio autista che può all'occorrenza svolgere funzioni di moviere.

Eventuali bus di dimensioni maggiori (ad esempio in presenza di rimorchi portabagagli) dovranno collocarsi sugli stalli esterni all'area, in adiacenza al marciapiede di Corso Bolzano.

Nel terminal non è prevista la sosta lunga per i bus.

Il progetto prevede, inoltre, di collocare gli stalli dei veicoli di soccorso della "Croce Verde" tra i due filari di alberi presenti sul lato est del piazzale, spazio non altrimenti utilizzabile senza rimozione di un filare; a tale scopo è necessario rimuovere gli arbusti dalla banchina verde, pavimentare la stessa con materiale permeabile e posare un elemento di raccordo tra i piani del piazzale e della banchina; la disposizione della ambulanze avverrà a 30° rispetto alla direzione di marcia.

Per la realizzazione dell'area bus, risulta necessario rimuovere la banchina verde alberata sul confine del corso; conseguentemente risulta altresì necessario ricollocare l'impianto di illuminazione pubblica (attualmente collocato su detta banchina).

La rimozione della banchina alberata determina un leggero dislivello tra il piano stradale di corso Bolzano ed il piano del parcheggio; elemento di delimitazione del parcheggio risulta così il muro interrato del parcheggio esistente che, messo a nudo dalla nuova situazione altimetrica, dovrà essere sabbiato e adeguatamente regolarizzato; nel tratto in cui non è presente tale muro, in quanto il parcheggio è costituito da due corpi di fabbrica, è prevista la realizzazione di un modesto muro di contenimento ed il conseguente ripristino del marciapiede esistente; lungo tutto il perimetro est è prevista una recinzione, a protezione del dislivello.

Il collegamento pedonale tra il marciapiede a servizio delle fermate e il marciapiede di corso Bolzano supera detto dislivello tramite due rampe disposte lateralmente al manufatto di aerazione della Metropolitana.



CITTA' DI TORINO

QUADRO ECONOMICO

totale opere soggette a ribasso	302.978,84
oneri sicurezza	20.029,66
<u>totale lavori</u>	323.008,50
<u>somme a disposizione</u>	
IVA 10%	32.300,85
incentivo progettazione	6.460,17
illuminazione Iride Servizi	14.970,00
imprevisti opere	6.818,01
indennizzo ambientale	8.692,47
totale somme a disposizione	69.241,50
TOTALE QUADRO ECONOMICO	392.250,00



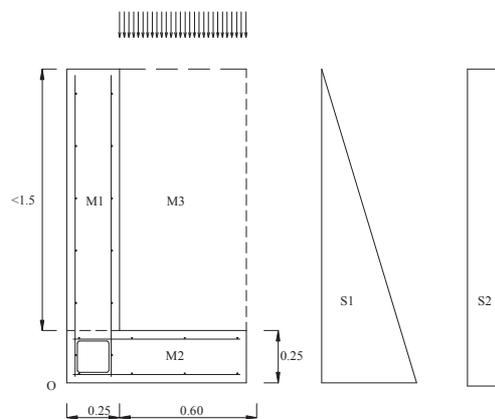
CITTA' DI TORINO

VERIFICA MURO DI SOSTEGNO

Si procede alla verifica del muro secondo le NTC 2008

Carichi e parametri geotecnici

carico folla: $q_1=500 \text{ daN/m}^2$ (schema 5 carico ponti)
 carico neve: $q_2=60 \text{ daN/m}^2$ ($0,8*150*0,5 \text{ daN/m}^2$ p.342 zona 1, in comb. con carico più gravoso)
 massa vol terreno 1900 daN/m^3
 massa vol cls 2400 daN/m^3
 angolo di resistenza al taglio $\phi = 35^\circ$
 angolo di attrito terreno/cls $\delta = 2/3 \phi$
 falda: non risulta presente la falda in quanto l'acqua drena e viene raccolta da appositi tubi dreno (collocati sulla soletta del parcheggio)



Verifica al ribaltamento (condizioni statiche)

Si opera con i seguenti coefficienti (EQU):

- ϕ_d : $\text{tg}\phi_d = \text{tg}\phi_k/1,25$ $\phi_d = 29,25^\circ$
- δ_d : $\text{tg}\delta_d = \text{tg}\delta_k/1,25$ $\delta_d = 20,48^\circ$
- $\gamma_f = 1,5$ per sovraccarico sfavorevole
- $\gamma_f = 0$ per sovraccarico favorevole
- $\gamma_f = 1,0$ per permanente sfavorevole
- $\gamma_f = 0,9$ per permanente favorevole

$$K_a = \cos^2(\phi)/\cos(\delta) \{1 + [\sin(\phi+\delta) \sin(\phi)/\cos(\delta)]^{1/2}\}^{-2} = 0,3055$$

elemento	forza	braccio	momento
S1h	$(\frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1) \cos\delta = 0,61 \text{ t/m}$	0,5m	0,306tm/m
S1v	$-(\frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1) \sin\delta = -0,23 \text{ t/m}$	0,85m	-0,194 tm/m
S2h	$(k_a (q_1+q_2) h * 1,5) \cos\delta = 0,36 \text{ t/m}$	0,75m	0,270tm/m
S2v	$-(k_a (q_1+q_2) h * 1,5) \sin\delta = -0,13 \text{ t/m}$	0,85m	-0,114 tm/m
tot			0,267tm/m

elemento	forza	braccio	momento
M1	$0,25\text{m} * 1,25\text{m} * 2,4\text{t/m}^3 * 0,9 = 0,675 \text{ t/m}$	0,125m	0,084 tm/m
M2	$0,85\text{m} * 0,25\text{m} * 2,4\text{t/m}^3 * 0,9 = 0,459 \text{ t/m}$	0,412m	0,189 tm/m
M3	$0,60\text{m} * 1,25\text{m} * 1,9\text{t/m}^3 * 0,9 = 1,282 \text{ t/m}$	0,550m	0,705 tm/m
tot			0,979 tm/m

$$M_d > M_s$$



CITTA' DI TORINO

Verifica allo slittamento (condizioni statiche)

Si opera con i seguenti coefficienti (A2+M2+R2):

$$- \phi_d : \quad \operatorname{tg} \phi_d = \operatorname{tg} \phi_k / 1,25 \quad \phi_d = 29,25^\circ$$

$$- \delta_d : \quad \operatorname{tg} \delta_d = \operatorname{tg} \delta_k / 1,25 \quad \delta_d = 20,48^\circ$$

$$- \gamma_f = 1,3 \quad \text{per sovraccarico sfavorevole}$$

$$- \gamma_f = 0 \quad \text{per sovraccarico favorevole}$$

$$- \gamma_f = 1 \quad \text{per permanente}$$

$$- \gamma_R = 1 \quad \text{coeff. correttivo resistenza}$$

$$K_a = \cos^2(\phi) / \cos(\delta) \{1 + [\sin(\phi + \delta) \sin(\phi) / \cos(\delta)]^{1/2}\}^{-2} = 0,3055$$

elemento	forza	Fh	Fv
S1h	$(\frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1) \cos \delta$	0,61 t/m	
S1v	$(\frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1) \sin \delta$		0,23 t/m
S2h	$(k_a (q_1 + q_2) h * 1,3) \cos \delta$	0,31 t/m	
S2v	$(k_a (q_1 + q_2) h * 1,3) \sin \delta$		0,12 t/m
			$\Sigma F_v = 0,35$
		$\Sigma F_h = 0,92 \text{ t/m}$	$\Sigma F_v \operatorname{tg} \delta = 0,13$
$S_d = \Sigma F_h - \Sigma F_v \operatorname{tg} \delta = 0,79 \text{ t/m}$			

elemento	forza
M1	$0,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 = 0,75 \text{ t/m}$
M2	$0,85 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 = 0,51 \text{ t/m}$
M3	$0,60 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 1,9 \text{ t/m}^3 * 1 = 1,42 \text{ t/m}$
tot	2,68 t/m
Sd	$N_d \operatorname{tg} \delta_d = 2,68 \text{ t/m} * \operatorname{tg} 20,48^\circ = 1,00 \text{ t/m}$

Verifica al ribaltamento (condizioni dinamiche)

- tipologia opera: classe 2: $V_n = 50$ anni

(opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe ad importanza normale)

- classe d'uso: classe II

(costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie non pericolose per l'ambiente, ponti, opere infrastrutturali, reti viarie e reti ferroviarie per le quali l'interruzione non provochi situazioni di emergenza (esistono cioè percorsi alternativi); dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti)

- tipologia suolo: tipologia C:

(depositi incoerenti mediamente addensati ($15 < N_{SPT} < 50$) con spessore maggiore di 30m a graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità)

Si determinano i parametri dello spettro di risposta sismica, interpolando i dati noti per i vertici identificati dall'allegato alle NTC; risultano di interesse i vertici 13570, 13571, 13792, 13793, per i quali risulta:

parametri dello spettro di risposta elastico per tempo di ritorno $TR = 475$ anni (S.L.V per tipologia opera 2 e classe d'uso 2)

ID	lon	lat	a_g (m/s ²)	F_0	T_C
13570	7,6138°	45,091°	0,595	2,76	0,27
13571	7,6844°	45,095°	0,537	2,76	0,27
13792	7,6187°	45,041°	0,609	2,75	0,27
13793	7,6893°	45,045°	0,547	2,76	0,27

Il luogo di interesse ha coordinate (medie): 7,667°; 45,072°;



CITTA' DI TORINO



Interpolando i valori secondo la procedura indicate dalla NTC si ottiene, per il sito in esame: $a_g = 0,565 \text{ m/s}^2$

Dalla tab. 7.11.II delle N.T.C. $\beta_m = 0,18$

Per tipologia di suolo "C" si ricava $S_s = 1,5$ $a_{max} = S_s a_g = 0,847 \text{ m/s}^2$

$$K_h = \beta_m a_{max}/g = 0,015 \quad K_v = \pm 0,5 K_h = \pm 0,0075$$

$$tg\theta = K_h/(1 \pm K_v) \approx K_h \quad K_h = 0,015$$

$$\phi_d : \quad tg\phi_d = tg\phi_k/1,25 \quad \phi_d = 29,25^\circ$$

$$\delta_d : \quad tg\delta_d = tg\delta_k/1,25 \quad \delta_d = 20,48^\circ$$

- $\gamma_f = 1$ per sovraccarico sfavorevole
- $\gamma_f = 0$ per sovraccarico favorevole
- $\gamma_f = 1$ per permanente
- $\gamma_R = 1$ coeff. correttivo resistenza
- $\psi_{21} = 0,2$ coeff. di contemporaneità (p.3.2.4) su sovraccarico antropico
- $\psi_{22} = 0,0$ coeff. di contemporaneità per neve per $Q < 1000 \text{ m s.l.m.}$

Utilizzano la formulazione di Mononobe-Okabe (superficie terreno orizzontale, muro verticale), si ottiene

$$K_{AE} = \cos^2(\phi-\theta)/[\cos(\theta) \cos(\delta+\theta)] \{1+[\sin(\phi+\delta) \sin(\phi-\theta)/\cos(\delta+\theta)]^{1/2}\}^{-2} = 0,315$$

elemento	forza	braccio	momento
S1h	$(\frac{1}{2} k_{AE} \gamma h^2 * 1) \cos\delta = 0,63 \text{ t/m}$	0,5m	0,315tm/m
S1v	$-(\frac{1}{2} k_{AE} \gamma h^2 * 1) \sin\delta = -0,23 \text{ t/m}$	0,85m	-0,200 tm/m
S2h	$(k_{AE} q_1 h * 1 * 0,2) \cos\delta = 0,04 \text{ t/m}$	0,75m	0,033tm/m
S2v	$-(k_{AE} q_1 h * 1 * 0,2) \sin\delta = -0,02 \text{ t/m}$	0,85m	-0,014 tm/m
tot			0,134tm/m

elemento	forza	braccio	momento
M1h	$0,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 = 0,75 \text{ t/m}$	0,125m	0,094tm/m
M1v	$-0,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015 = -0,01 \text{ t/m}$	1,000m	-0,011 tm/m
M2h	$0,85 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 = 0,51 \text{ t/m}$	0,412m	0,210tm/m
M2v	$-0,85 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015 = -0,007 \text{ t/m}$	0,125m	-0,001 tm/m
M3h	$0,60 \text{ m} * 1,25 * 1,9 \text{ t/m}^3 * 1 = 1,80 \text{ t/m}$	0,550m	0,784tm/m
M3v	$-0,60 \text{ m} * 1,25 * 1,9 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015 = \text{ t/m}$	1,000m	-0,002tm/m
tot			1,054 tm/m

$$M_d > M_s$$



CITTA' DI TORINO

Verifica allo slittamento (condizioni dinamiche)

Si opera con i seguenti coefficienti (A2+M2+R2):

$$- \operatorname{tg}\theta = K_h / (1 \pm K_v) \approx K_h \quad K_h = 0,015$$

$$- \phi_d : \operatorname{tg}\phi_d = \operatorname{tg}\phi_k / 1,25 \quad \phi_d = 29,25^\circ$$

$$- \delta_d : \operatorname{tg}\delta_d = \operatorname{tg}\delta_k / 1,25 \quad \delta_d = 20,48^\circ$$

$$- \gamma_f = 1,3 \quad \text{per sovraccarico sfavorevole}$$

$$- \gamma_f = 0 \quad \text{per sovraccarico favorevole}$$

$$- \gamma_f = 1 \quad \text{per permanente}$$

$$- \gamma_R = 1 \quad \text{coeff. correttivo resistenza}$$

$$K_{AE} = \cos^2(\phi - \theta) / [\cos(\theta) \cos(\delta + \theta)] \{1 + [\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta) / \cos(\delta + \theta)]^{1/2}\}^{-2} = 0,315$$

elemento	forza	Fh	Fv
S1h	$(\frac{1}{2} k_{AE} \gamma h^2 * 1) \cos\delta$	0,630 t/m	
S1v	$(\frac{1}{2} k_{AE} \gamma h^2 * 1) \sin\delta$		0,235 t/m
S2h	$(k_{AE} q_1 h * 1 * 0,2) \cos\delta$	0,044 t/m	
S2v	$(k_{AE} q_1 h * 1 * 0,2) \sin\delta$		0,016 t/m
			$\Sigma F_v = 0,252$
		$\Sigma F_h = 0,675 \text{ t/m}$	$\Sigma F_v \operatorname{tg}\delta = 0,09$
Sd = $\Sigma F_h - \Sigma F_v \operatorname{tg}\delta = 0,58 \text{ t/m}$			

elemento	forza	Fh	Fv
M1h	$-0,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015$	-0,011 t/m	
M1v	$0,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1$		0,75 t/m
M2h	$-0,85 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015$	-0,008 t/m	
M2v	$0,85 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1$		0,51 t/m
M3h	$-0,60 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 1,9 \text{ t/m}^3 * 1 * 0,015$	-0,021 t/m	
M3v	$0,60 \text{ m} * 1,25 \text{ m} * 1,9 \text{ t/m}^3 * 1$		1,42 t/m
tot		-0,04 t/m	2,68 t/m
Sd	$N_d \operatorname{tg}\delta_d = 2,68 \text{ t/m} * \operatorname{tg}20,48^\circ - 0,04 \text{ t/m} = 0,96 \text{ t/m}$		

Verifica allo schiacciamento

Nelle condizioni di carico più critiche l'eccentricità rispetto al punto di potenziale ribaltamento risulta

$$e = (M_s - M_r) / \Sigma F_v = 0,25 \text{ m} \quad \text{con un carico verticale di} \quad \Sigma F_v = 2,78 \text{ t/m}$$

$$\text{risulta quindi una pressione media di contatto: } \Sigma F_v / (2e) = 5,4 \text{ t/m}^2 = 0,5 \text{ daN/cm}^2$$

pressione del tutto trascurabile, per cui non si procede alla verifica del meccanismo di collasso della fondazione, considerando, oltretutto, che tale meccanismo risulta impedito dal getto in cls del marciapiede.

Verifica all'equilibrio globale

Avendo considerato coesione nulla ($c=0$) non si può instaurare un meccanismo di collasso con superficie di scorrimento circolare.



CITTA' DI TORINO

Verifica della struttura

Si opera con i seguenti coefficienti (A1+M1):

$$- \phi_d : \quad \operatorname{tg} \phi_d = \operatorname{tg} \phi_k / 1 \quad \phi_d = 35^\circ$$

$$- \delta_d : \quad \operatorname{tg} \delta_d = \operatorname{tg} \delta_k / 1 \quad \delta_d = 25,02^\circ$$

$$- \gamma_f = 1,5 \quad \text{per sovraccarico sfavorevole}$$

$$- \gamma_f = 0 \quad \text{per sovraccarico favorevole}$$

$$- \gamma_f = 1,3 \quad \text{per permanente}$$

$$K_a = \cos^2(\phi) / \cos(\delta) \{1 + [\sin(\phi + \delta) \sin(\phi) / \cos(\delta)]^{1/2}\}^{-2} = 0,2444$$

Alla base del muro (h=1,25m), dove T e M risultano max

$$S_d = \frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1,3 \cos \delta + k_a (q_1 + q_2) h * 1,5 \cos \delta = 0,66 \text{t/m}$$

$$M_d = \frac{1}{2} k_a \gamma h^2 * 1,3 \cos \delta h / 3 + k_a (q_1 + q_2) h * 1,5 \cos \delta h / 2 = 0,32 \text{tm/m}$$

L'armatura longitudinale necessaria risulta:

$$A_s = M / (0,9 d f_{yd}) = 0,43 \text{cm}^2/\text{m}$$

Si adotta una rete elettrosaldato D6/(25cmx25cm) ($A_s=1,13 \text{cm}^2/\text{m}$)

La struttura è progettata come struttura di "calcestruzzo a bassa percentuale di armatura o non armato" (p. 4.1.11 N.T.C), per cui non sussistono limiti minimi di armatura.

Utilizzando cls $R_{ck}=30\text{MPa}$ ($f_{ck}=25\text{MPa}$) si verifica:

$$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{2/3} \quad f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} = 1,8 \text{MPa} (1,8 \text{daN/cm}^2)$$

$$\tau_c = S_d / A = 660 \text{daN} / (25 \text{cm} * 100 \text{cm}) = 0,26 \text{ daN/cm}^2 < 0,25 f_{ctk}$$

$$\text{con } A = A' = 1,13 \text{cm}^2/\text{m} \quad d = 21 \text{cm} \quad M = 32.000 \text{ daN*cm} \quad \text{si ricava} \quad y = 2,5918 \text{cm} \quad e$$

$$\sigma_c = 13 \text{daN/cm}^2 < 0,30 f_{ck}$$