

Comune di Sorrento (NA)
CHIOMENZANO s.a.s.

Realizzazione di un parcheggio interrato multilivello
in Sorrento

Problemi geotecnici
e rischi connessi alla realizzazione

Napoli, maggio 2004

prof. ing. Carlo Viggiani



1. Premessa

La Chiomenzano s.a.s. è proprietaria di un parcheggio a raso nella città di Sorrento, in via Fuorimura n. 14, ed ha intenzione di trasformarlo in un parcheggio con tre livelli interrati. Il progetto della struttura interrata è stato redatto dall'arch. G. Di Nola; lo studio geologico dal geologo dr. S. Palomba.

Nella fase di presentazione del progetto e richiesta delle autorizzazioni e licenze alle competenti autorità (Amministrazione Comunale, Soprintendenza), i proprietari di alcuni edifici siti nelle vicinanze del costruendo parcheggio (Condominio di Parco Tasso, fabbricati 1 e 2) incaricarono il geologo dr. R. Caniparoli di uno *“Studio sui possibili ed eventuali danni che si potrebbero verificare in seguito alla costruzione di un parcheggio multilivello interrato per sosta autoveicoli in proprietà Stragazzi, in adiacenza ai fabbricati di Parco Tassi”*. Il dr. Caniparoli riferì in proposito con una relazione in data 13.10.99, nella quale denunciava una serie di presunte inadempienze non solo dei progettisti, ma anche della Regione Campania e del Comune di Sorrento, e concludeva apocalitticamente che il parcheggio in progetto era incompatibile nientedimeno che con:

- l'uomo, la fauna, la flora;
- il suolo, l'acqua, il clima e il paesaggio;
- i beni materiali ed il patrimonio culturale.

La Chiomenzano s.a.s. incaricò i proff. ingg. G.B. Fenelli e A. Simonelli di elaborare delle controdeduzioni allo studio del dr. Caniparoli. Esse sono

state sviluppate in una relazione del febbraio 2000, nella quale si conclude che la realizzazione del parcheggio non presenta il benché minimo rischio né per i fabbricati del Parco Tasso, né più in generale per il territorio circostante (sponde del Vallone dei Mulini, via Fuorimura, cavità sotterranee).

In data 12.02.03 il dr. Caniparoli presentava una nota aggiuntiva nella quale, a seguito di recenti disposizioni in materia di protezione antisismica, invitava le autorità competenti alla salvaguardia dell'incolumità dei cittadini, del patrimonio edilizio, artistico e paesaggistico, al rispetto delle norme vigenti.

Nel frattempo il geologo dr. Palomba produceva una Relazione Geologica di progetto, datata aprile 2003, nella quale vengono presentati i risultati di indagini in sito e laboratorio e gli studi geologici di supporto al progetto del parcheggio.

Con ricorso registrato al n. 14231/2003 (Reg. Gen.), depositato in data 30.12.2003, il Condominio di Parco Tasso – fabbricati 1 e 2 – ed altri hanno chiesto al T.A.R. Campania l'annullamento previa sospensione del decreto del Dirigente del 4° Dipartimento del Comune di Sorrento n. 113 del 20 ottobre 2003.

Nel corso del procedimento sono state depositate memorie sia da parte della ricorrente che della Chiomenzano s.a.s., che sostengono le contrapposte tesi sulla fattibilità dell'intervento e la legittimità degli atti amministrativi impugnati in relazione ai vincoli imposti dal piano stralcio dell'Autorità di Bacino del Sarno e dalla classificazione sismica del territorio.

Allo stato, il provvedimento impugnato è stato sospeso dal T.A.R. e si è in attesa della decisione di merito.

La Chiomenzano s.a.s. ha richiesto allo scrivente di esprimere sulla questione un parere *pro veritate*. A tal fine lo scrivente ha effettuato alcune ispezioni sopralluogo; ha ricevuto copia degli elaborati essenziali del progetto e dei documenti citati in quanto precede; ha discusso la materia con il progettista, il geologo e la proprietà. Sugli elementi così acquisiti è basata la presente relazione.

2. Breve descrizione dei luoghi e delle opere in progetto

In questo paragrafo, per comodità del lettore, riporteremo una succinta descrizione dei luoghi e delle opere in progetto; per una più dettagliata e puntuale documentazione si rinvia ai documenti citati ed agli elaborati di progetto.

L'attuale parcheggio a raso, al di sotto del quale verrà realizzato il parcheggio interrato, copre un'area dell'estensione di circa 2900 m² e di forma approssimativamente romboidale sita in prossimità di Piazza T. Tasso, con ingresso da via Fuorimura (Fig. 1). L'area si trova a quota media di 60 m s.m. circa e degrada dolcemente in direzione sud-nord, con un dislivello massimo inferiore a tre metri. Assumendo convenzionalmente pari a 0 la quota di via Fuorimura, in corrispondenza dell'ingresso del parcheggio, le quote attuali del terreno variano fra + 6,6 m e + 9 m. Secondo il progetto, il costruendo parcheggio interrato avrà la copertura alle stesse quote del terreno attuale, mentre il calpestio del piano più profondo si troverà, sempre rispetto alla via Fuorimura, a quote comprese fra - 3,1 m e - 1,5 m. Le quote del fondo scavo saranno circa mezzo metro più in basso, per tener conto dello spessore della pavimentazione. La massima profondità di scavo è pari a circa 11 m lungo il lato prospiciente Parco Tasso, e di soli 4 m lungo via Fuorimura. Gli edifici di Parco Tasso si trovano ad una distanza minima di 6 m dal perimetro del parcheggio.

Dal lato opposto al parcheggio, la via Fuorimura costeggia un profondo vallone (il Vallone del Mulini), con sponde subverticali della profondità di oltre quaranta metri, intagliate nella formazione del tufo grigio. In questa formazione sono presenti alcune cavità sotterranee, residui di antiche cave, i cui imbocchi sono visibili sulla parete tufacea al di sotto della via Fuorimura.

Il sottosuolo è stato esplorato in grande dettaglio con un'ampia indagine di cui si dà conto nella Relazione Geologica del dr. Palomba. Procedendo dall'alto verso il basso si incontra dapprima uno strato di terreno vegetale e di riporto, dello spessore di un paio di metri, e che è presente solo in alcune delle verticali esplorate. Segue una coltre di terreni piroclastici sciolti (pozzolane e pomici), definite dal geologo piroclastici rimaneggiate, che giunge fino ad una profondità di 4 ÷ 5 m al di sotto della superficie del parcheggio, e quindi ad una quota superiore di un paio di metri a quella di via Fuorimura.

Al di sotto delle pozzolane e pomici si rinviene la formazione del tufo grigio, debolmente cementato e coperto da uno strato di passaggio (cappellaccio) alterato e disgregato. Per quanto la cementazione sia debole e vi siano orizzonti quasi incoerenti, si tratta pur sempre di una roccia capace di dar luogo a fronti verticali perfettamente stabili dell'altezza di alcune decine di metri, come le falesie costiere di Sorrento e dei dintorni e la stessa sponda del Vallone dei Mulini.

Fino alla profondità esplorata, pari a 40 m, non è stata rinvenuta alcuna falda idrica; a quanto è noto, nella zona la quota della falda idrica è prossima al livello del mare, e quindi dovrebbe trovarsi ad una profondità di circa 60 m.

Lo scavo per il parcheggio in progetto comporta la totale asportazione della coltre di copertura e la penetrazione per una profondità di 4 ÷ 5 m nella formazione del tufo grigio.

La struttura del parcheggio è prevista in c.a., con pilastri ad interasse di 8 e 10 m e tre impalcati, compreso quello di copertura. In copertura è prevista una vasca con oltre un metro di terreno, per la rimessa in posto degli alberi e della vegetazione attualmente presente.

La costruzione prevede la preventiva esecuzione di un diaframma perimetrale di contenimento, realizzato con pali trivellati affiancati, che verranno contrastati dalle strutture del parcheggio.

La collocazione del futuro parcheggio rispetto alla via Fuorimura, agli edifici di Parco Tasso e al Vallone dei Mulini, risulta chiaramente dagli elaborati di progetto.

3. Problemi geotecnici e rischi paventati

Dal punto di vista geotecnico, un'opera quale quella qui in esame pone tre tipi di problemi:

- le opere di sostegno dei fronti dello scavo;
- le fondazioni delle strutture del parcheggio;
- le possibili influenze sull'ambiente circostante (nel caso in esame, gli edifici del Parco Tasso, la via Fuorimura e la ripida sponda del vallone dei Mulini, le cavità sotterranee).

Per quanto riguarda **le opere di sostegno delle pareti dello scavo**, è ben noto a chiunque operi nel Napoletano che i terreni piroclastici sciolti si mantengono perfettamente stabili, per brevi periodi, anche su fronti di scavo verticali dell'altezza di molti metri; per quanto riguarda poi il tufo, esso è una roccia lapidea, per quanto tenera, e tutta la costiera Sorrentina è piena di fronti verticali in tufo dell'altezza anche di alcune decine di metri. Ad ogni modo, con criterio doverosamente cautelativo, il progettista delle opere ha previsto che le pareti dello scavo entro il quale verrà realizzato il parcheggio siano sostenute da una parete perimetrale realizzata con pali di c.a. accostati. Per un'altezza massima di scavo pari a circa dodici metri, dei quali circa sei in terreni sciolti e sei in tufo, non vi è alcun problema a progettare una parete di sostegno perfettamente stabile. Nel caso in esame, la parete sarà controventata in testa ed a due livelli intermedi contro i solai del parcheggio, e quindi potrà essere agevolmente dimensionata in modo che sia non solo stabile, ma anche molto rigida. Questo argomento perviene

al progetto esecutivo delle strutture, e può agevolmente essere risolto in diversi modi, a seconda delle tecniche adottate per lo scavo; pertanto non verrà ulteriormente trattato nel presente rapporto.

Per quanto riguarda le **fondazioni della struttura del parcheggio**, come già osservato dai proff. Fenelli e Simonelli il peso del terreno asportato per realizzare il parcheggio è molto maggiore del peso del parcheggio stesso; e quindi la costruzione, nell'insieme, produce un alleggerimento dei terreni di fondazione con un complessivo netto miglioramento delle loro condizioni statiche.

La situazione locale al di sotto dei pilastri può essere esaminata con i metodi della Meccanica dei Terreni. I pilastri del parcheggio verranno dotati di fondazioni a plinti isolati, tutti incassati nel tufo ad una profondità di almeno 1,5 m al di sotto del calpestio dell'ultimo piano interrato. Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche del tufo, esso potrà cautelativamente essere caratterizzato con una resistenza a compressione di 10 kg/cm^2 (si noti che lo stesso dr. Caniparoli attribuisce al tufo una resistenza quasi doppia di tale valore). Malgrado il dr. Caniparoli inspiegabilmente affermi che : *“l'angolo di attrito interno e la coesione non sono determinabili se si considera il tufo una roccia coerente”*, è facile mostrare che, assumendo un valore dell'angolo di attrito di 30° (valore ragionevole e anzi cautelativo, in quanto il geologo dr. Palomba stima tale angolo in 36°), si calcola una coesione di circa 3 kg/cm^2 . Si avrà allora per i plinti di fondazione del parcheggio:

$$q_{\text{lim}} = N_q \gamma D + N_c c + N_\gamma \gamma \frac{B}{2}$$

Nel nostro caso, con $\varphi = 30^\circ$ si ha $N_q = 18,40$; $N_c = 30,14$; $N_\gamma = 22,40$. Con $D = 1,5$ m; $B = 4$ m; $c = 30$ t/m²; $\gamma = 1,1$ t/m³; si ha:

$$q_{lim} = 984 \text{ t/m}^2$$

e quindi sarà possibile dimensionare i plinti per una pressione sul terreno anche molto elevata ($3 \div 4$ kg/cm²) mantenendo un coefficiente di sicurezza estremamente elevato e certamente molte volte superiore ai valori prescritti dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda infine gli effetti dello scavo sull'ambiente e sui manufatti circostanti, è appena il caso di ribadire quanto già affermato dai proff. Fenelli e Simonelli, e cioè che la realizzazione del parcheggio, comportando nel complesso un alleggerimento, non può che migliorare le condizioni di stabilità sia delle cavità sotterranee sottostanti il parcheggio stesso, sia della ripida sponda del Vallone dei Mulini.

Per quanto riguarda le possibili interazioni con gli edifici del Parco Tasso, è facile mostrare che non esiste alcun rischio. Tali interazioni, infatti, potrebbero consistere da un lato in un aggravio alle sollecitazioni sulle opere di sostegno del parcheggio da parte degli edifici di Parco Tasso, e dall'altro in qualche cedimento indotto dallo scavo sugli edifici.

Nella fig. 1 è riportata una sezione schematica dello scavo, della parete di sostegno e degli edifici in questione. Per quanto schematica, la sezione contiene tutti gli elementi noti: l'altezza dello scavo, posta pari al valore massimo di 12 m; la profondità del tetto del banco tufaceo, anch'essa pari al valore massimo di 6 m; la distanza fra gli edifici e lo scavo, posta pari al valore minimo di 6m. Per quanto riguarda le opere di fondazione degli edifici di Parco Tasso, lo scrivente non dispone di alcuna informazione. Appare estremamente probabile che tali edifici siano stati fondati

direttamente sul banco tufaceo ma, per mantenere l'approccio estremamente cautelativo fin qui seguito, supporremo che essi siano fondati sui terreni sciolti, alla irrisoria profondità di 2 m.

La figura mostra chiaramente che le tensioni indotte nel sottosuolo dagli edifici di Parco Tasso, e che si diffondono secondo un'inclinazione di 45° , raggiungono il tetto del tufo ben prima di interessare la parete di sostegno.

Per quanto riguarda i cedimenti indotti dallo scavo, secondo Bauer¹ tali cedimenti interessano una fascia, a partire dal bordo dello scavo, della larghezza B pari a:

$$B = 1,5H \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Nel nostro caso, con $H = (6 - 2) = 4$ m e $\varphi = 30^\circ$, si ha $B = 3,5$ m $<$ 6 m, e quindi gli eventuali cedimenti indotti dallo scavo non potrebbero in alcun caso interessare le fondazioni degli edifici.

¹ BAUER G.E. (1984) *Movements associated with the construction of a deep excavation*. Proc. 4rd Int. Conf. on Ground Movements and Structures, Cardiff, 694-706

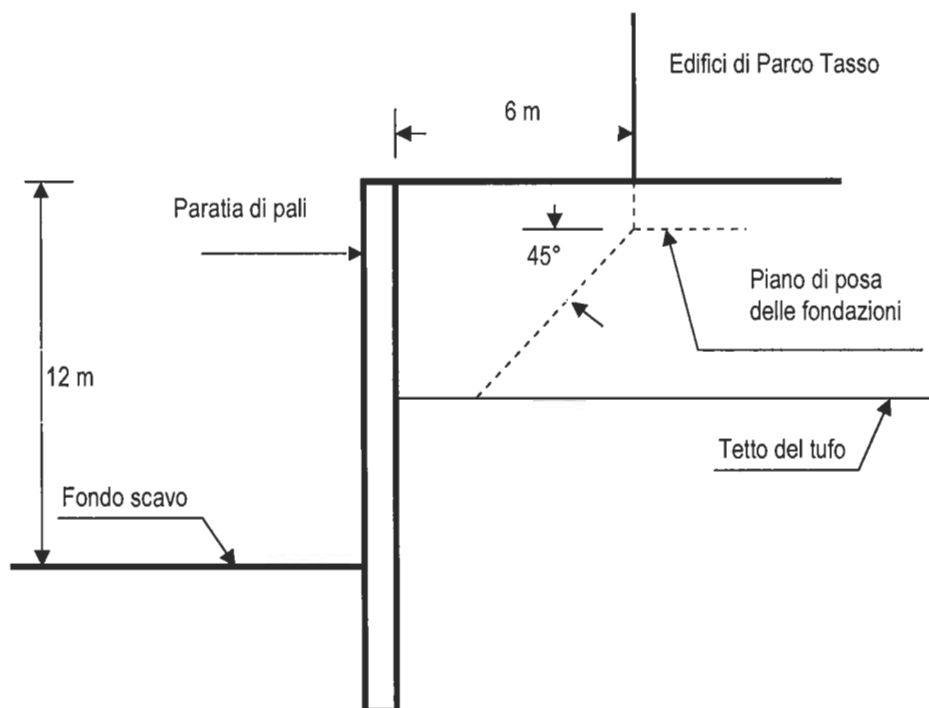


Fig. 1. Sezione schematica sullo scavo e sugli edifici di Parco Tasso

4. Considerazioni conclusive

La presente relazione prende in esame la possibile problematica di carattere geotecnico posta dalla realizzazione di un parcheggio interrato a Sorrento, e mostra come, in realtà, tale problematica sia assolutamente inesistente. In effetti, alle stesse conclusioni erano giunti in precedenza i proff. Fenelli e Simonelli; rispetto alla loro relazione, la presente può contare su una più approfondita conoscenza del sottosuolo, grazie alle indagini condotte dal dr. Palomba che all'epoca non erano state ancora svolte, e sulla disponibilità del progetto della struttura.

E' forse appena il caso di sottolineare che le considerazioni qui svolte, come quelle contenute nella relazione Fenelli-Simonelli, sono basate su valutazioni di carattere quantitativo, semplici ma incontestabili. In questo, a giudizio di chi scrive, esse si differenziano da altre valutazioni, di segno opposto, che appaiono totalmente apodittiche e, per alcuni aspetti, palesemente inesatte.

Napoli, maggio 2004

Prof. ing. Carlo Viggiani

