



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e

Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Realizzazione di un parcheggio interrato a sei piani sotto piazza Vittoria, a Bolzano

Relazione geologica e idrogeologica per il progetto preliminare e per il progetto definitivo e relazione geotecnica per il progetto definitivo

Committente:	Ufficio Opere Pubbliche, Edifici - 6.3 Comune di Bolzano
Data:	gennaio 2013

L'ESPERTO NELLE MATERIE TECNICHE DELL'AREA AMBIENTALE

Dott. Geol. Mauro Platter



1

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Realizzazione di un parcheggio interrato a sei piani sotto piazza Vittoria, a Bolzano

Relazione geologica e idrogeologica per il progetto preliminare e per il progetto definitivo e relazione geotecnica per il progetto definitivo

Relazione geologica

1. PREMESSA pag. 4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO pag. 6
3. IDROGEOLOGIA pag. 9
 - 3.1 Descrizione idrogeologica generale pag. 9
 - 3.2 Vincoli idrogeologici per la tutela della falda pag. 13
 - 3.3 Misure di sicurezza per la tutela della falda pag. 15
4. PERICOLO IDROGEOLOGICO pag. 16
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO pag. 17
6. CONCLUSIONI pag. 19

Relazione geotecnica

1. INDAGINI ESEGUITE pag. 22
2. MODELLAZIONE GEOTECNICA E RESISTENZA DEL TERRENO pag. 23
 - 2.1 Verifica agli SLU (rottura del terreno) pag. 28
 - 2.2 Verifica agli stati limite di esercizio (SLE – cedimenti) pag. 33
3. STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO pag. 35
4. SPINTA LATERALE DEL TERRENO pag. 36
5. SISMICITA' LOCALE pag. 39
6. CONCLUSIONI pag. 40

ALLEGATI:

- Relazione tecnica descrittiva delle indagini geognostiche e stratigrafie
- Planimetria e sezioni di progetto
- Sezione geologica



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

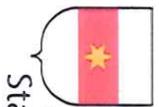
5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Relazione geologica

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

1. PREMESSA

Il presente studio, eseguito su incarico dell'Ufficio Opere Pubbliche, Edifici del Comune di Bolzano, analizza le problematiche di natura geologica, idrogeologica e sismica concernenti la realizzazione di un nuovo parcheggio interrato sotto piazza Vittoria, a Bolzano.

Il progetto si trova attualmente nella fase di elaborazione dello studio di fattibilità - progetto preliminare.

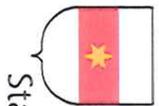
Sulla base delle planimetrie di progetto, considerando la proiezione verticale sulla superficie di piazza Vittoria, l'area di scavo ha un'estensione di ca. 80 x 40 m, comprendendo la totalità della superficie occupata dagli attuali parcheggi superficiali della piazza ed escludendo l'area del parco pubblico. E' prevista inoltre la realizzazione di due rampe di accesso lungo via Cesare Battisti e lungo corso Libertà, in direzione ponte Talvera (vedi planimetria allegata).

La profondità prevista del piano fondazionale, considerando l'intenzione della committenza di progettare e realizzare sei piani interrati, si aggira intorno ai 18 m.

L'area in oggetto è ubicata in orografica destra del torrente Talvera, a ca. 250 m di distanza media dal suo asse, ad una quota di ca. 273 m.s.l.m. (Fig. 1).

Ai fini della redazione del presente elaborato, sono stati effettuati n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità di 30 m dal piano campagna, con l'esecuzione di prove S.P.T. (Standard Penetration Test) ogni 3 m.

Il sondaggio orientale (più vicino al letto del torrente Talvera), è stato attrezzato con un tubo piezometrico, al fine di definire eventuali interferenze della falda freatica principale o di falde sospese con il garage in progetto.



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Nel presente studio viene effettuata la caratterizzazione geologica del sito di progetto, in ottemperanza alla vigente normativa in materia di scavi e opere di fondazione (D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e D.M. 11.03.1988).



Fig. 1: corografia

Vengono inoltre indagati gli aspetti idrogeologici dell'area e le eventuali interferenze della falda con l'opera in progetto e viene redatto un capitolo relativo alla gestione delle terre e rocce da scavo.

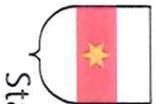
A tal proposito, in fase di indagine, sono state effettuate le analisi chimiche su 4 campioni di terreno, prelevati nei primi metri dei carotaggi effettuati, al fine di individuare eventuali contaminazioni o inquinamenti del terreno stesso.

Il presente documento costituisce la relazione geologica del progetto preliminare - definitivo, in base al citato D.M. 14.01.2008.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880

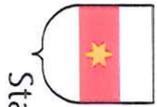


2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geologico, la conca di Bolzano è compresa interamente all'interno del "Complesso Vulcanico Atesino", formatosi durante il Permiano e costituito da una successione di potenti ed estesi banchi ignimbritici, intercalati talora da arenarie, conglomerati, tufti e brecce. Queste litologie sono visibili in estesi affioramenti lungo i versanti delle valli dell'Isarco e dell'Adige, anche se localmente possono essere ricoperti da coltri detritiche, da depositi colluviali e da depositi di origine glaciale o fluvio - glaciale.

Nel fondovalle, dove si trova l'area in esame, le rocce del complesso vulcanico risultano costantemente ricoperte da una spessa coltre di depositi quaternari. La profondità del substrato roccioso nella zona di Bolzano è stata individuata, sulla base di un'indagine sismica a riflessione in una sezione prossima all'aeroporto, ad una profondità variabile tra i 500 ed i 600 m da piano campagna (SCHMID C. e GÄNSLER, 1993). Nelle porzioni più superficiali questi depositi sono rappresentati da materiali alluvionali di fondovalle, depositatisi in epoca quaternaria per opera dei fiumi Adige ed Isarco, e da numerosi conoidi di deiezione prodotti dai loro affluenti secondari, ubicati allo sbocco delle vallate secondarie.

In particolare l'area oggetto di studio ricade all'interno del grande conoide di deiezione formato dal torrente Talvera (Fig. 2).



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e

Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

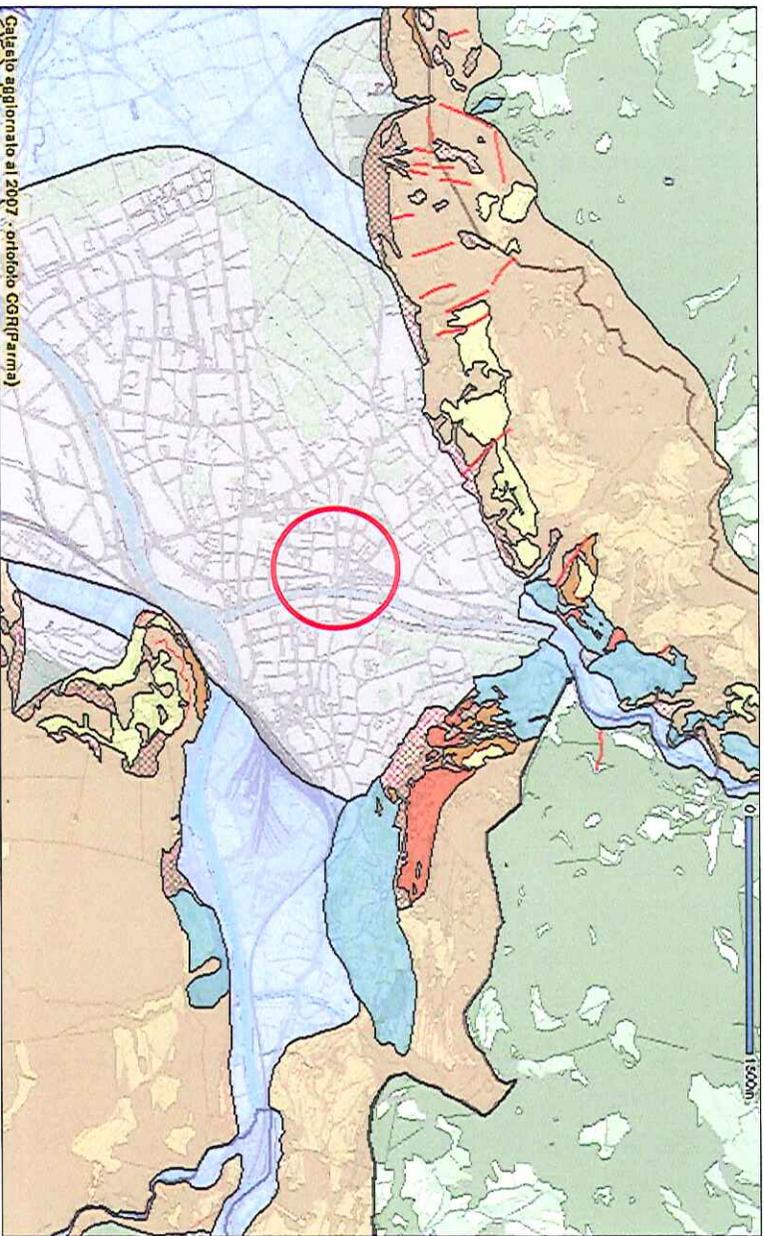


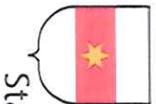
Fig. 2: Carta Geologica generale

Di seguito viene fornita una breve descrizione delle litologie presenti nell'area indagata.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Alluvioni attuali e recenti (Olocene)

Numerosi studi ed indagini geologici ed idrogeologici hanno individuato nel sottosuolo della conca di Bolzano un complesso di origine alluvionale, costituito prevalentemente da depositi grossolani ghiaioso - sabbiosi depositati dal fiume Isarco, dal torrente Talvera e da alcuni tributari minori. Nel settore occidentale della conca, tra l'ospedale di S. Maurizio, la località Bivio e Ponte Adige, le porzioni distali dei conoidi di Talvera ed Isarco lasciano il posto a depositi fini, prevalentemente limosi, originati dalle fasi lacustro - palustri di esondazione del fiume Adige. Procedendo da nord verso sud, dalla conca di Bolzano verso Laives, il materasso alluvionale si presenta continuo, prevalentemente a granulometria grossolana e senza differenziazioni al suo interno, fino all'incirca alla zona dell'aeroporto. In questo tratto della valle, infatti, si assiste alla comparsa progressiva, alla profondità di circa 15 metri da piano campagna, di livelli a granulometria fine e bassa permeabilità, estesi per tutta la larghezza della valle e di spessore mediamente compreso tra 2 e 6 m.

Conoidi alluvionali (Olocene)

Sono localizzati ai margini del fondovalle in corrispondenza dei torrenti principali e sono costituiti da materiali ghiaiosi o ghiaioso - sabbiosi. Il più esteso, nella conca bolzanina, è quello del torrente Talvera.

La composizione petrografica dei conoidi alluvionali rispecchia quella del bacino di appartenenza. Il materiale si dispone in forma di cono, con l'apice rivolto verso monte, e si raccorda al fondovalle per mezzo di un piano inclinato.

La porzione più grossolana si dispone a monte, mentre quella più fine si interdigita con i depositi alluvionali.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

Da un punto di vista geomorfologico l'area di progetto, ubicata nella zona mediana del conoide alluvionale depositato dal Talvera allo sbocco della val Sarentina, immerge debolmente verso sud – ovest.

La morfologia generale è sub – pianeggiante, anche se inserita in un contesto ampiamente modificato da interventi di natura antropica.

3. IDROGEOLOGIA

3.1 Descrizione idrogeologica generale

L'assetto geologico del sottosuolo della conca di Bolzano è stato ricostruito nel diagramma a recinto di Fig. 3, che rappresenta la sintesi degli studi geologici, idrogeologici e geofisici, illustrati nel Convegno "Studio idrogeologico della falda acquifera della Conca di Bolzano" del 23 maggio 1993¹.

Nella conca di Bolzano si individua in generale un'unica grande falda indifferenziata, a superficie libera, con elevato grado di permeabilità e direzione di deflusso ENE – WSW.

Localmente la circolazione idrica sotterranea risente invece della sovrapposizione disordinata di unità litologiche a granulometria eterogenea. Si instaura pertanto una circolazione ipogea con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità e lungo i paleoalvei del torrente Talvera.

Nello specifico, i sondaggi realizzati e l'installazione del tubo piezometrico nel sondaggio orientale dai 6,0 ai 30,0 m di profondità, hanno permesso di accertare l'assenza del corpo principale della falda freatica di Bolzano sino alla profondità indagata. Non sono state intercettate altresì neanche piccole falde sospese.



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und –entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia
5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Ciò non esclude la presenza di falde sospese sub – superficiali, di dimensioni ridotte e localizzate, nelle aree non indagate tramite i sondaggi geognostici. Esse si individuano eventualmente al contatto fra terreni a bassissima permeabilità (lenti o livelli a granulometria fine) che svolgono la funzione di letto, e terreni a permeabilità elevata che fungono da serbatoio.

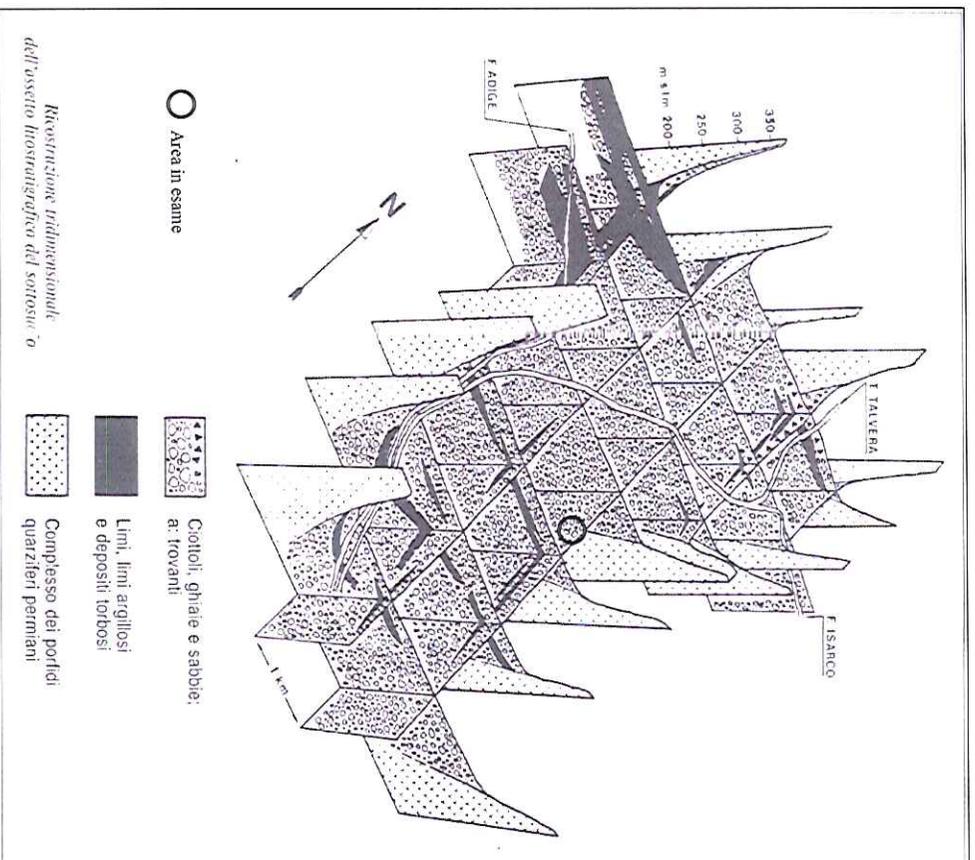


Fig. 3

Il livello massimo della falda acquifera in corrispondenza dell'area di intervento si ricava dalla "Carta del livello massimo della falda acquifera di Bolzano nel luglio 1997",

¹ DI MOLFETTA ANTONIO – BORTOLAMI GIANCARLO (1993) – Simulazione del sistema acquifero della Conca di Bolzano mediante modello numerico alle differenze finite – Convegno su studio idrogeologico della falda acquifera della conca di Bolzano – Bolzano 21

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

redatta dall'Ufficio Gestione Risorse Idriche della Provincia Autonoma di Bolzano (Fig. 4).

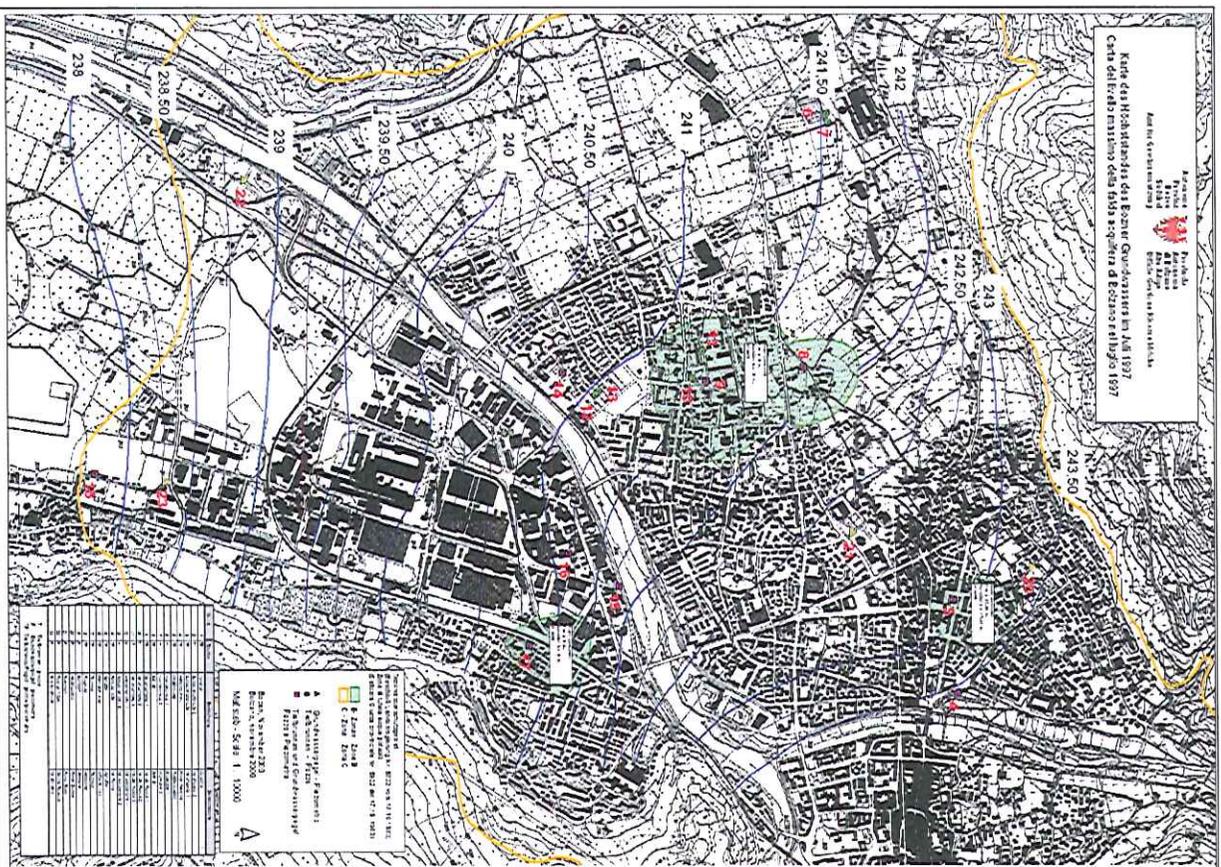


Fig. 4: Carta del livello massimo della falda acquifera di Bolzano nel luglio 1997

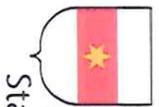
maggio 1993 - IGEA – Anno XXX - Numero 3 settembre 1993

11

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Nell'area di progetto esso risulta essere ca. a quota 243,30 m.
Considerato che la profondità massima di scavo sarà di ca. 18,0 m (quota assoluta 255,0 m), non si prevedono interferenze tra l'opera in progetto e la falda principale.

Di un qualche supporto sono anche i dati dei piezometri B046, realizzato nel 2011 sulla stessa sponda del torrente Talvera, e B023, ubicato al parco Ducale. Il monitoraggio continuativo e automatizzato del B046 (fig. 5) indica sino ad ora (dal giugno 2011) un livello massimo della superficie freatica a -39,87 m dal p.c.

Relativamente al piezometro B023 (fig. 6), il massimo di risalita della falda registrato nel luglio 2011, indica una profondità minima della stessa di -28,50 m dal p.c.

Considerando che nella zona di Bolzano normalmente le escursioni del livello di falda tra i periodi di magra (generalmente mesi di febbraio - marzo), e quelli di massima (mesi di luglio - agosto) variano da 3,0 a 5,0 m, si conferma l'assenza del rischio di interferenze con le fondazioni dell'opera in progetto.

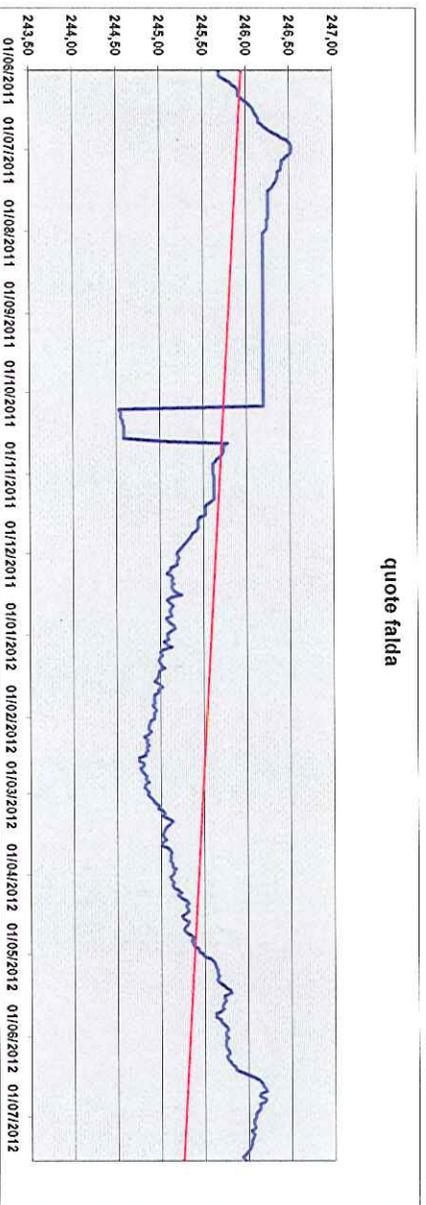


Fig. 5: Grafico delle quote assolute di falda del piezometro B046

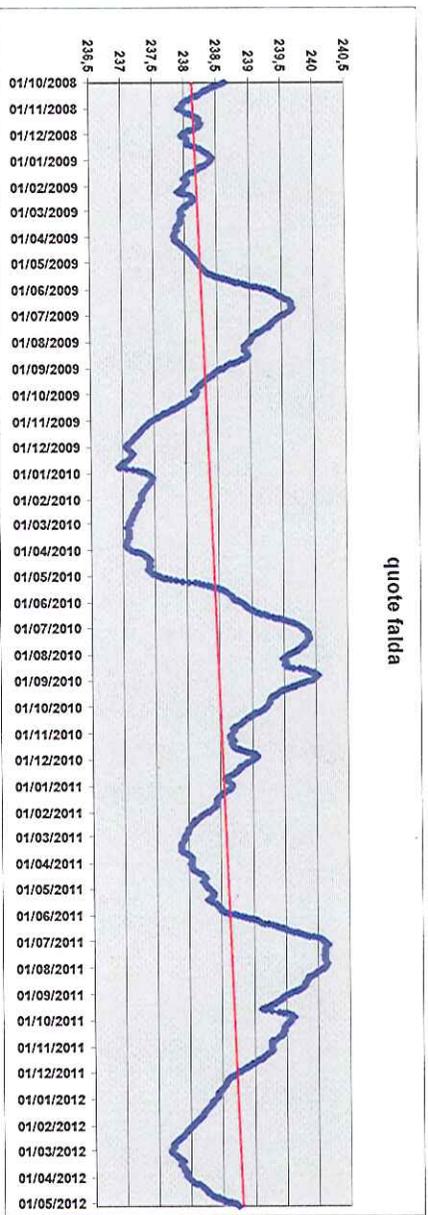


Fig. 6: Grafico delle quote assolute di falda del piezometro B023

Relativamente al coefficiente di permeabilità dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area di progetto, si assume, in base ad esperienze pregresse e a studi effettuati in zone limitofe, il valore, tipico dei depositi alluvionali costituiti da sabbie miste a ghiaie, di:

$$K = \text{ca. } 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

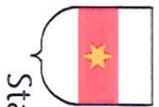
Naturalmente il coefficiente di permeabilità può variare localmente in corrispondenza di livelli o lenti di materiale più fine.

3.2 Vincoli idrogeologici per la tutela della falda

Il progetto deve tenere conto del "Piano di tutela per le zone I e II del pozzo Parco Petrarca" WSGA/398 del 18.02.2011, inserito nell' "Area di tutela per l'acqua potabile WSG/1 - Bolzano, approvata con delibera della giunta Provinciale n. 5922 del 17/10/1983", che comprende parzialmente l'area di piazza Vittoria (Fig. 7) e che prevede, nello specifico, per la zona II di tutela del pozzo in oggetto:



- il rispetto delle prescrizioni della zona di tutela III per l'acqua potabile (scavi consentiti fino ad 1 m al di sopra del livello massimo della falda nella carta del luglio 1997);
- che gli scavi non superino la quota di 250 m s.l.m. Maggiori profondità di scavo sono ammesse soltanto con perizia idrogeologica positiva specifica al progetto. Questa deve essere commissionata dal committente della costruzione ed approvata dall'Ufficio gestione risorse idriche;
- l'inserimento dell'ampliamento di aree edificabili già esistenti nel piano urbanistico comunale può essere autorizzata sulla base di specifica perizia idrogeologica relativa al progetto, comprovante che l'ampliamento non comporta pericoli per la fonte idropotabile e previa parere positivo dell'Ufficio gestione risorse idriche;
- i lavori di scavo nella zona II rappresentano un potenziale rischio per l'acqua potabile, per cui deve vigere la massima attenzione: gli operai vanno informati sull'esistenza dell'area di tutela dell'acqua potabile, devono essere disponibili in loco sufficienti quantitativi di materiale olio assorbente, in cantiere è vietata la pulizia e la manutenzione dei mezzi edili, inoltre, all'interno dello scavo è vietata la rimessa e il rifornimento degli stessi;
- la costruzione o ristrutturazione di qualsiasi tipo di costruzione e l'esecuzione di movimenti di terra, possono essere autorizzati dall'autorità competente per l'approvazione dell'opera, in rispetto delle direttive fissate nella presente;
- che la costruzione di nuovi impianti per l'attività viaria locale e la modifica di quelli esistenti, quali ferrovie, strade, parcheggi, e simili, all'interno dell'area di tutela dell'acqua potabile possono essere autorizzate dall'autorità competente per l'approvazione dell'opera, solo previa presentazione di un'apposita perizia idrogeologica relativa al progetto,



- dalla quale si evincano misure di sicurezza per la fonte idropotabile, quali impermeabilizzazioni e simili;
- il divieto di scarichi di acque reflue, anche depurate, in acquiferi superficiali, sul suolo e nel sottosuolo.



Zone tutela acque potabili
■ zona di tutela II ■ zona di tutela I

Fig. 7 : Zone di tutela dell'acqua idropotabile

3.3 Misure di sicurezza per la tutela della falda

Con riferimento al paragrafo 3.2 devono essere prese, in fase esecutiva, tutte le misure di sicurezza necessarie a tutelare la fonte idropotabile rappresentata dal "Pozzo Parco Petrarca", sulla base del "Piano di tutela per le zone I e II WSGA/398 del 18.02.2011"; non saranno necessarie opere di impermeabilizzazione, essendoci più di



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e

Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

11 mt di franco tra la quota di altezza massima della falda e la quota del piano di imposta delle fondazioni.

Dovrà vigere la massima attenzione durante l'esecuzione dei lavori di scavo, informando anche gli operai dell'esistenza dell'area di tutela dell'acqua potabile, dovranno essere disponibili in loco sufficienti quantitativi di materiale olio assorbente, in cantiere dovrà essere vietata la pulizia e la manutenzione dei mezzi edili e inoltre, all'interno dello scavo dovrà essere vietata la rimessa e il rifornimento degli stessi.

Dovrà vigere il divieto di scarichi di acque reflue, anche depurate, in acquiferi superficiali, sul suolo e nel sottosuolo e dovrà essere rispettato quant'altro espresso nel paragrafo 3.2.

4. PERICOLO IDROGEOLOGICO

Dalla "Carta del pericolo preliminare", elaborato facente parte del "Progetto preliminare del piano del rischio idrogeologico del Comune di Bolzano", l'area in esame risulta, tra le "zone preliminari di pericolo", parzialmente in "zona con problematiche idrogeologiche – edificabile (H2)" e parzialmente in "zona priva di pericolo – edificabile (H1)".

Dalla "Carta degli eventi", elaborato facente parte del suddetto progetto preliminare, l'area in esame non risulta essere interessata da fenomeni franosi e/o di esondazione.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Le terre e rocce da scavo devono essere normalmente gestite in conformità alla delibera D.G.P. 189 del 26/01/2009 "*Criteria per la classificazione di terre e rocce da scavo, anche di gallerie, come sottoprodotto*".

L'area di progetto, destinata attualmente a parcheggio di superficie, non è inclusa nei "siti potenzialmente contaminati", ovvero aree in cui sono state svolte attività di cui all'allegato 1 della citata D.G.P.

Tuttavia, al fine di individuare eventuali inquinanti o contaminanti, sono state eseguite delle analisi chimiche su n. 4 campioni di terreno, prelevati dai primi metri di carote di entrambi i sondaggi geognostici.

Sono stati indagati i seguenti parametri (metalli pesanti):

Arsenico
Berillio
Cadmio
Cobalto
Cromo totale
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Selenio
Zinco

Sono stati inoltre ricercati gli **Idrocarburi Pesanti (C>12)**.

Nei campioni A (profondità 2,0 – 2,50 m) e B (profondità 3,0 – 3,50 m), prelevati dal sondaggio S2, quello più orientale (vedi planimetria nella relazione geotecnica), non sono stati riscontrati livelli di inquinanti superiori ai limiti delle colonne A e B della Tab. 1 dell'All. 5 del D.Lgs. 152/2006.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Nel campione A del sondaggio S1, prelevato alla profondità di 1,50 – 2,0 m, è stato riscontrato lo sforamento del parametro Cobalto per quanto concerne il limite di colonna A del succiato allegato (limite residenziale).

Nel campione B dello stesso sondaggio S1 (profondità 2,50 – 3,0 m) si rileva invece lo sforamento degli Idrocarburi Pesanti sempre in riferimento al limite di colonna A.

Non avendo il sito in oggetto destinazione d'uso residenziale, a verde pubblico o privato, non si impone una bonifica dei terreni.

L'ipotesi più plausibile riguardo allo sforamento del parametro Cobalto, è che la contaminazione sia stata indotta durante la perforazione, a causa dello sfregamento dei denti in widiam della corona del tubo carotiere (contenenti Cobalto) con i trovanti del sottosuolo. La perforazione è stata effettuata a secco. L'ipotesi è suffragata dal fatto che si tratta di uno sforamento isolato in un unico campione, tra tutti i metalli pesanti indagati.

Per quanto concerne invece gli Idrocarburi pesanti, il cui valore è risultato essere entro i limiti di legge nel campione superiore del sondaggio (1,50 – 2,0 m), che tantopiù sarebbe dovuto risultare contaminato se ci fosse stato uno sversamento/perdita pregresso in superficie, il superamento del limite è da ascrivere presumibilmente a contaminazione indotta dall'ingrassaggio dei filetti del tubo carotiere durante la fase di perforazione. Anche in questo caso si tratta di uno sforamento di piccola entità, isolato e relativo ad un unico campione.

Ciò nonostante, essendo stati rilevati comunque due parametri fuori norma, si consiglia, in fase di progetto esecutivo, di realizzare due trincee di scavo, da cui prelevare un certo numero di campioni da sottoporre ad analisi chimica, al fine di determinare il valore degli eluati per il conferimento a discarica del materiale di scavo.



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

I terreni non contaminati derivati dalle operazioni di scavo potranno essere utilizzati come sottoprodotto (sostituzione di materie prime o riempimento).

In fase esecutiva dovrà essere compilato il “Certificato di Utilizzo”, di cui all'allegato 2 della norma.

Nel caso il materiale risulterà superare i limiti previsti dalla legge, dovrà essere gestito come rifiuto, ai sensi della L. P. 26 maggio 2006.

6. CONCLUSIONI

Il presente studio, eseguito su incarico dell'Ufficio Opere Pubbliche, Edifici del Comune di Bolzano, analizza le problematiche di natura geologica, idrogeologica e sismica concernenti la realizzazione di un nuovo parcheggio interrato sotto piazza Vittoria, a Bolzano.

Il progetto si trova attualmente nella fase di elaborazione dello studio di fattibilità - progetto preliminare, per cui le planimetrie di progetto fornite dal progettista sono provvisorie. Non sono state fornite altresì sezioni di progetto.

Sulla base delle citate planimetrie, considerando la proiezione verticale sulla superficie di piazza Vittoria, l'area di scavo ha un'estensione di ca. 75 x 50 m, comprendendo la totalità della superficie occupata dagli attuali parcheggi superficiali della piazza ed escludendo l'area del parco pubblico. E' prevista inoltre la realizzazione di due rampe di accesso lungo via Cesare Battisti e lungo corso Libertà, in direzione ponte Talvera (vedi planimetria allegata).

La profondità prevista del piano fondazionale, considerando l'intenzione della committenza di progettare e realizzare sei piani interrati, si aggira intorno ai 18 m.



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e

Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

E' stata effettuata la caratterizzazione geologica del sito di progetto, in ottemperanza alla vigente normativa in materia di scavi e opere di fondazione (D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e D.M. 11.03.1988).

Sono stati inoltre indagati gli aspetti idrogeologici dell'area e le eventuali interferenze della falda con l'opera in progetto ed è stato redatto un capitolo relativo alla gestione delle terre e rocce da scavo.

La presente relazione è redatta in ottemperanza al D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", costituisce la relazione geologica specialistica del progetto preliminare - definitivo e costituisce documento idoneo al rilascio della concessione ad edificare.

In fase esecutiva si dovranno eseguire le indagini e verifiche finalizzate a controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in fase di progetto definitivo e la situazione effettiva, così come previsto della normativa di settore.

L'ESPERTO NELLE MATERIE TECNICHE DELL'AREA AMBIENTALE

Dott. Geol. Mauro Platter



Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

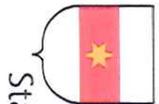
5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Relazione geotecnica

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

1. INDAGINI ESEGUITE

Ai fini della definizione dei parametri geologici e geotecnici del sottosuolo dell'area di progetto, è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche, consistita in :

- n. 2 sondaggi geognostici (fig. 1) condotti tramite perforazione a rotazione (carotiere semplice Ø 101 mm), spinti entrambi sino alla profondità di 30 m dal p.c.;
- n. 20 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite ogni 3 m di profondità.

Le prove sono state eseguite dalla ditta Landservice S.r.l. di Bolzano.

Per le stratigrafie complete, le foto e l'ubicazione precisa si rimanda alla relazione tecnica allegata, redatta dalla Landservice S.r.l.

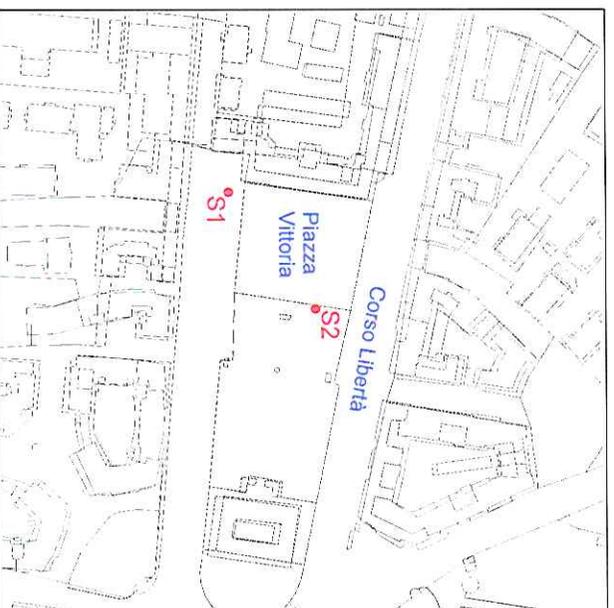
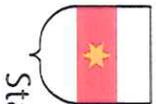


Fig. 1: Ubicazione sondaggi geognostici

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

2. MODELLAZIONE GEOTECNICA E RESISTENZA DEL TERRENO

Le indagini geognostiche hanno messo in evidenza una situazione stratigrafica piuttosto semplice, caratterizzata pressochè uniformemente da una litologia costituita da ghiaia grossolana con frequenti ciottoli, trovanti e sabbia grossolana, di natura a volte poligenica, a volte porfirica, da arrotondata a subspigolosa e spigolosa, eterometrica.

Sono presenti, limitatamente al sondaggio S2, alcuni livelli, nei primi 7,0 m, di sabbia o sabbia ghiaiosa (livelli da 0 a 2,0 m e da 6,1 a 7,0 m), imputabili a fasi deposizionali a energia minore.

Siamo in presenza di un complesso alluvionale poco differenziato, ascrivibile ai depositi della parte mediana del conoide di deiezione del torrente Talvera.

Nei terreni di tipo incoerente, la parametrizzazione geotecnica viene eseguita sulla base dei risultati delle prove SPT. I valori N_{SPT} risultanti sono corretti (Gibb e Holtz, 1957) in funzione della pressione verticale efficace σ'_{vo} del terreno sovrastante, secondo la seguente relazione:

$$N_1 = C_N * N_{SPT}$$

$$C_N = 1 / (\sigma'_{vo})^n$$

con $n = 0,56$ (Jamiołkowski e al., 1985)

Il coefficiente C_N è ricavabile anche dalla sottostante figura 2.

Dot. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880

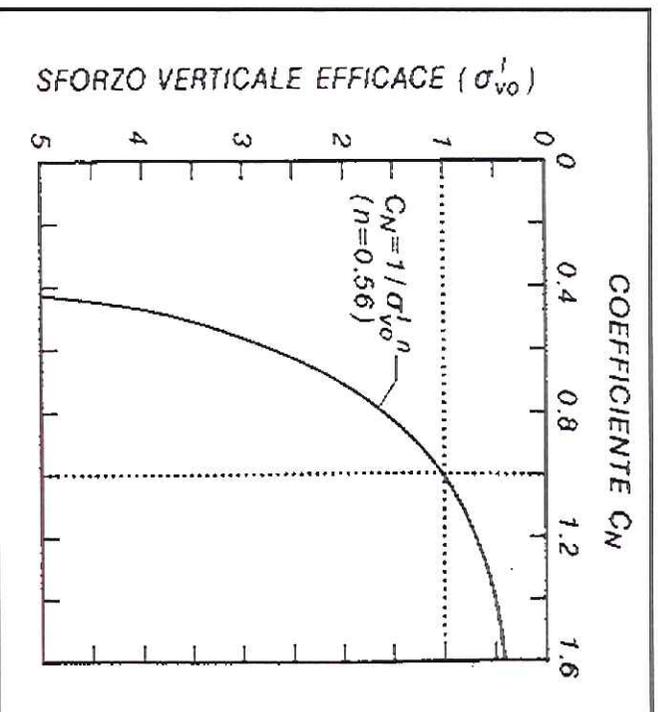
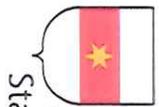


Figura 2: Grafico per la stima del coefficiente C_N per tener conto dell'influenza sui valori di N_{spr} della pressione verticale efficace (Tokimatsu K., 1988)

Dai risultati delle prove in sito SPT è possibile risalire ai valori dei parametri meccanici caratteristici (angolo di attrito, densità relativa) sulla base di differenti correlazioni.

Per la determinazione dell'angolo di attrito da attribuire ai terreni si è fatto riferimento al Japanese National Railway (JNR; Shioi e Fukui, 1982), nel quale il valore della resistenza alla penetrazione N_{spr} risulta correlato all'**angolo di attrito di picco** ϕ dalla relazione:

$$\mathbf{JNR} \quad \phi = \mathbf{0,3 * N_1 + 27}$$



Relativamente alla valutazione della **densità relativa** D_R è stato utilizzato il metodo proposto da Jamiolkowski (1988), facendo riferimento alla seguente relazione:

$$D_R = (N_1)_{60}^{0.5} * (100\%)$$

Il valore medio N_1 , caratteristico delle singole unità litostratigrafiche, è stato determinato mediando i valori rilevati, opportunamente corretti del fattore C_N , come sopra indicato.

I valori a rifiuto, imputabili alla presenza davanti alla punta, durante la penetrazione, di ciottoli di dimensioni superiori a quelli della punta stessa, sono stati considerati nel calcolo della media adottando il valore cautelativo di 50 colpi. Tale valore è stato assunto, sempre a favore della sicurezza, anche nei casi in cui N_{spr} è risultato superiore a 50.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle prove in sito SPT, sia come numero di colpi per tratto sia come N_{spr} .

Sondaggio S1				
PROFONDI TÀ da p.c. (m)	N. COLPI \ 1° tratto	N. COLPI \ 2° tratto	N. COLPI \ 3° tratto	N_{spr}
3,0	27	R	-	>50
6,0	R	-	-	>50
9,0	36	R	-	>50
12,0	27	32	R	>50
15,0	25	30	41	>50



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

18,0	R	-	-	>50
21,0	29	R	-	>50
24,0	23	28	36	>50
27,0	26	31	43	>50
30,0	33	R	-	>50

Sondaggio S2

PROFONDI TÀ da p.c. (m)	N. COLPI \ 1° tratto	N. COLPI \ 2° tratto	N. COLPI \ 3° tratto	N _{spT}
3,0	27	R	-	>50
6,0	38	R	-	>50
9,0	24	36	45	>50
12,0	R	-	-	>50
15,0	32	39	R	>50
18,0	25	33	47	>50
21,0	R	-	-	>50
24,0	28	R	-	>50
27,0	29	36	R	>50
30,0	44	R	-	>50

Dot. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bozano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Relativamente alla scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici da assegnare alle unità sopra descritte, si evidenzia che la Circolare 617/2009, paragrafo C6.2.2, indica che "... appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità".

Ciò premesso, appare fondato assegnare all'unità litostратigrafica indagata (ghiaia grossolana con ciottoli, trovanti e sabbia), assunta come omogenea, valori caratteristici prossimi ai valori medi dei parametri geotecnici, in quanto nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno.

In base ai valori corretti di Nspt fatti registrare durante l'esecuzione delle indagini, si assegnano dunque i seguenti parametri:

	γ (V/m ³)	γ_{sat} (V/m ³)	c (V/m ²)	ϕ (°)
Ghiaia grossolana con ciottoli, trovanti e sabbia	1,9	2,0	0 – 0,5	34,5



dove:

γ = peso di volume

γ_{sat} = peso di volume saturo

c = coesione (temporanea)

φ = angolo di resistenza al taglio

La densità relativa è:

$D_r = 60 - 80 \%$

Il modulo elastico:

$E_s = 5000 \text{ kPa}$

Di seguito vengono effettuate le verifiche geotecniche preliminari di tipo statico, ipotizzando varie tipologie fondazionali, relative agli SLU (stati limite ultimi), in riferimento alla rottura del terreno e agli SLE per i cedimenti, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 (NTC).

2.1 Verifica agli SLU (rottura del terreno)

Sulla base della vigente normativa (D.M. 14.01.2008), si è scelto di effettuare la verifica secondo l'approccio di progetto 2 (A1+M1+R3).

Il calcolo viene effettuato secondo la formula generale di Brinch-Hansen (1970), assumendo un carico trasmesso centrato e verticale rispetto al piano di posa della fondazione:

$$q_{lim} = 1/2 g' B N_g s_g i_g b_g g_g + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$



I parametri di resistenza del terreno vengono corretti secondo i coefficienti parziali riportati nelle tabelle a seguire, tratte dalle nuove NTC.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_e (o γ_{eI})	EQU	(A1)	(A2)
				STR	GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{e1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{e2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{e3}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coestione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_s	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Il coefficiente M1 è unitario, mentre il coefficiente R3, relativamente alla capacità portante, è pari a 2,3.

La verifica viene effettuata considerando tre tipologie differenti di fondazione: fondazione a platea, fondazione continua a naviforme e fondazione a plinto.



Avremo, per una platea di dimensioni 76,6 x 38,2 m:

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)

(Lempelhuber R., Geotecnica, II Ediz., 1999)

Formula generale:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_s \cdot i_s \cdot b_s \cdot g_s + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Dati d'ingresso:

Terreno di fondazione	
Coesione (c')	0 kPa
Angolo di attrito (φ)	34 °
Peso di volume terreno di fondazione (γ _s)	19,0 kN/m ³
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ _s)	19,0 kN/m ³
Inclinazione piano campagna	0 °
Fondazione	
Larghezza (B)	38,2 m
Lunghezza (L)	76,6 m
Profondità piano di posa (D)	0,5 m
Eccentricità dei carichi (e)	0,0 m
Inclinazione piano di posa	0 °
Carichi Inclinati	
Componente orizzontale (H)	0 t
Componente verticale (N)	100 t

Fattori capacità portante	
N ₁	7,00
N ₂	18,00
N ₃	8,00
Fattori forma della fondazione	
s ₁	1,14
s ₂	1,35
s ₃	1,14
Fattori inclinazione del carico	
i ₁	1,00
i ₂	1,00
i ₃	1,00
Fattori inclinazione piano di posa	
b ₁	1,00
b ₂	1,00
b ₃	1,00
Fattori inclinazione piano campagna	
g ₁	1,00
g ₂	1,00
g ₃	1,00
Fattori profondità piano di posa	
d ₁	1,00
d ₂	1,00

Risultato:

Pressione limite (Q _{lim})	2882,6 kPa
Coefficiente di sicurezza	2,3
Pressione ammissibile (Q _{amm})	1302,1 kPa



La pressione ammissibile è: **Q_{amm} = 1302,1 Kpa** (tab. precedente)

Per una fondazione continua nastriforme di larghezza 1,5 m e incastro 0,5 m:

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)

(Lancobolza R., Geotecnica, II Ediz., 1993)

Formula generale:

$$Q_{lim} = 1/2 \gamma B N_1 s_1 i_1 b_1 q_1 + c' N_c e_c d_c i_c b_c q_c + \alpha' N_2 s_2 d_2 i_2 b_2 q_2$$

Dati d'ingresso:

Tenore di fondazione	0	KPa
Coesione (c)	34	kN/m ²
Angolo di attrito (φ)	19,0	kN/m ²
Peso di volume terreno di fondazione (γ ₁)	19,0	kN/m ³
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ ₂)	19,0	kN/m ³
Inclinazione piano campagna	0	°
Fondazione		
Larghezza (B)	1,5	m
Lunghezza (L)	9,0	m
Profondità piano di posa (D)	0,5	m
Eccentricità dei carichi (e)	0,0	m
Inclinazione piano di posa	0	°
Carichi inclinati		
Componente orizzontale (H)	0	t
Componente verticale (N)	100	t

Fattori capacità portante		
N ₁	41,06	
N ₂	42,16	
N ₃	29,44	
Fattori forma della fondazione		
s ₁	1,06	
e _c	1,12	
s ₂	1,06	
Fattori inclinazione del carico		
i ₁	1,00	
i ₂	1,00	
i ₃	1,00	
Fattori inclinazione piano di posa		
b ₁	1,00	
b ₂	1,00	
b ₃	1,00	
Fattori inclinazione piano campagna		
g ₁	1,00	
g ₂	1,00	
g ₃	1,00	
Fattori profondità piano di posa		
d _c	1,09	
d ₁	1,09	
Pressione limite (Q_{lim})	941,7	KPa
Coefficiente di sicurezza	2,3	
Pressione ammissibile (Q_{amm})	414,9	KPa

Risultato:

*determinazione della capacità portante della terre
edificative freewrite distribuito da www.geologic.it*

Dr. A. Benedettini, F.Fracini - geotecam@libero.it



La pressione ammissibile è: **Q_{amm} = 414,8 Kpa** (tab. precedente)
Considerando un plinto di base quadrata 2,0 x 2,0 m:

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)
(Lundholm R. Geotecnica, II Ediz. 1979)

Formula generale:
 $Q_{am} = 1/2 \gamma B N_c s_1 i_1 b_1 q_1 + c' N_c s_c d_c t_b b_2 q_2 + q' N_q s_q d_q t_b b_3 q_3$

Dati d'ingresso:

Terreno di fondazione	
Coesione (c)	0 KPa
Angolo di attrito (φ)	34 °
Peso di volume terreno di fondazione (γ ₁)	19,0 kN/m ³
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ ₂)	19,0 kN/m ³
Inclinazione piano campagna	0 °
Fondazione	
Lunghezza (B)	2,0 m
Lunghezza (l)	2,0 m
Profondità piano di posa (D)	0,5 m
Eccentricità dei carichi (e)	0,0 m
Inclinazione piano di posa	0 °
Carichi inclinati	
Componente orizzontale (H)	0
Componente verticale (N)	100
Fattori capacità portante	
N _c	41,06
N _q	42,16
N _c	29,44
Fattori forma della fondazione	
s ₁	1,35
s _c	1,71
s ₂	1,35
Fattori inclinazione del carico	
i ₁	1,00
i ₂	1,00
i ₃	1,00
Fattori inclinazione piano di posa	
b ₁	1,00
b ₂	1,00
b ₃	1,00
Fattori inclinazione piano campagna	
q ₁	1,00
q ₂	1,00
q ₃	1,00
Fattori profondità piano di posa	
d _c	1,07
d _q	1,07
Pressione limite (Q_{am})	1149,6 KPa
Coefficiente di sicurezza	2,3
Pressione ammissibile (Q_{amm})	490,0 KPa

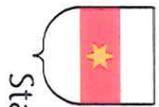
Risultato:

determinazione della capacità portante della terra
software freeware distribuito da www.geocog.it
by: A. Benedetti, F. Facchi - geotecam@libero.it

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



La pressione ammissibile è: **Q_{amm} = 640,0 Kpa** (tab. precedente)

Le verifiche sono state eseguite considerando l'assenza di una falda.

Dovrà essere rispettata la disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

ovvero le azioni di progetto non devono essere superiori alle resistenze.

2.2 Verifica agli stati limite di esercizio (SLE – cedimenti)

In considerazione della natura incoerente e granulare dei terreni, sono da prevedersi cedimenti modesti, presumibilmente compatibili con quanto in progetto.

Al fine di evitare cedimenti differenziali legati alla possibile parziale eterogeneità del sottofondo, è comunque necessario predisporre ovunque uno strato omogeneo di base di terreno granulare magro ben addensato.

Viene effettuata una valutazione preliminare dei cedimenti, riferendosi alle fondazioni continue nastriformi, considerando il carico ammissibile massimo calcolato in precedenza per le stesse, utilizzando il metodo proposto da Focardi – Vasarri (Geol. Tecnica, n. 2 / 1982).

La formula di riferimento è la seguente:

$$\Delta H_i = q B [(1-v^2)/E] i$$



**CALCOLO DEI CEDIMENTI IMMEDIATI
SECONDO LA TEORIA DELL'ELASTICITA'**
metodo illustrato da P.Focardi e V.Vasari (Geol. Tecnica, n. 2-1982)

Formula generale : $\Delta H_i = q B [(1-\nu^2)/E] i$

Dati d'ingresso:

Fondazione:		
Pressione esercitata (q)	414	kPa
Larghezza (B) o (Zr)	1,5	m
Lunghezza (L)	9,0	m
Rapporto B/L	6	
Forma della fondazione:	2	(1) quadrata (2) rettangolare (3) circolare
Coefl. di Poisson (ν)	0,40	
Modulo di elasticità (E)	5,00	MPa
Fattore d'influenza (f)	centro	angolo
	medio	1,05
	1,83	fondazione rigida
	1	1,72
Terreno di fondazione		(I) incoerente (C) coesivo (A) argilla satura

Risultati:

Cedimenti assoluti in mm		
	angolo	condizioni drenate
centro	109,5	medio
219,1		190,9
		fondaz rigida
		179,4

valutazione cedimento con teoria dell'elasticità
software freeware distribuito da www.geologi.it

by: A.Benedetini, F.Faccini - geotecam@libero.it



La tabella seguente riporta i valori ottenuti per i cedimenti; considerando la natura litologica del terreno di fondazione, questi si esauriranno quasi totalmente durante i tempi di realizzazione delle opere.

Tipologia fondazione	Dimensioni	Carico applicato q'	Cedimento
			s
	m * m	KPa	medio mm
Nastriforme	1,5 * 9,0	414	190,9

Alle stime così ottenute va associata una probabilità del 50% che i cedimenti possano essere in realtà superiori ai valori riportati.

E' opportuno verificare in fase esecutiva l'omogeneità del terreno di fondazione.

3. STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Considerata l'elevata profondità del piano di posa delle fondazioni (ca. 18,0 m), risulta impossibile, a causa dei confini di proprietà, degli edifici esistenti, delle strade e dei parchi limitrofi, profilare gli scavi con un angolo di scarpa di sicurezza calcolato in accordo al D.M. 14.01.08 cap. 6.8.6 (verifica di sicurezza agli SLU relativa alla stabilità dei fronti di scavo).

Per non pregiudicare la stabilità delle opere preesistenti e per sostenere il fronte di scavo, si dovrà ricorrere ad opere di sostegno provvisionali, quali paratie di micropali tirantate.

Si riportano di seguito le modalità esecutive per gli scavi confinati, per cui vanno rispettate le seguenti prescrizioni:

- non creare sovraccarichi lungo il ciglio superiore della scarpata entro una fascia di alcuni metri;



- le lavorazioni di cantiere dovranno essere programmate riducendo al minimo necessario i tempi in cui gli scavi rimarranno aperti;
- proteggere le pareti di scavo libere dall'azione degli agenti atmosferici mediante l'applicazione di teli protettivi in PVC;
- predisporre un'opportuna regimazione e l'incanalamento delle acque sul fondo degli scavi per impedire il ristagno delle acque meteoriche.

Gli scavi, in corrispondenza della paratia di micropali, dovranno essere eseguiti secondo la seguente sequenza esecutiva:

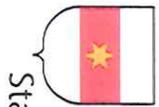
- esecuzione di un primo sbancamento;
- esecuzione dei micropali secondo le geometrie di progetto esecutivo; i pali devono essere cementati con malta cementizia, evitando di eseguire iniezioni, che possono creare sovrappressioni nel terreno;
- realizzazione della trave di coronamento della paratia in c.a.;
- scavi in fasi successive;
- rivestimento della superficie di scavo con rete elettrosaldata e spritz-beton per il contenimento del materiale tra pali adiacenti, al termine di ogni fase di scavo;
- realizzazione della trave di contrasto e dei tiranti.

Il dimensionamento ed i calcoli statici relativi ai tiranti saranno di competenza del progettista, a seconda dell'approccio progettuale che verrà scelto.

4. SPINTA LATERALE DEL TERRENO

Le strutture di sostegno dovranno essere dimensionate sulla base delle spinte del terreno.

Di seguito si riporta la spinta attiva (p_a) dei terreni, tenendo conto dell'inviluppo a rottura di Mohr e del criterio di Coulomb, utilizzando la seguente formula:



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

$$p_a = p_v K_a - 2 c' (K_a)^{0,5}$$

dove

$p_v = \gamma H$ (carico applicato)

K_a = coefficiente di spinta attiva del terreno (Coulomb) = 0,249

c' = coesione efficace = 0

$\Phi' = \Phi_k = 34,5^\circ$

Nel diagramma seguente sono riportati i valori di p_a (spinta attiva) per un fronte di 18,0 m, considerando il terreno a tergo sub-orizzontale.

Viene riportata la spinta pura, senza applicazione di coefficienti di sicurezza, che saranno da definire per competenza a cura della progettazione statica, a seconda dell'approccio di progetto che verrà scelto.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



CALCOLO DEL KA

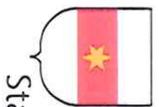
seno	RADIANTI GRADI		
1,000	1,57079633	90° alfa	Pendenza dello scavo
0,000	0	0° beta	Pendenza del pendio
0,391	0,40142573	23° tela	Altitro muro-terreno
0,566	0,60213859	34,5° fi	Angolo di altitro
0,824	2,17293492	124,5	alfa + fi
0,921	1,1693706	67	alfa - tela
0,843	1,00356432	57,5	fi + tela
0,566	0,60213859	34,5	fi - beta
1,000	1,57079633	90	alfa + beta

$$K_a = 0,24929255$$

BISTRATO

	Kpa	KN/mc	Ka	Kpa	pressioni
	sovraccarico	gamma		coesione	pa
STRATO 1	inizio: 0,000	18	0,249	0	0
	fine: 6,000	18	0,249	0	26,892
STRATO 2	inizio: 6,000	19	0,249	0	26,892
	fine: 12,000	19	0,249	0	55,278
STRATO 3	inizio: 12,000	20	0,249	0	55,278
	fine: 18,000	20	0,249	0	85,158
	18,000	0	20	0	0

area	braccio	momento	spinta totale: KN m lin
quadr 1	0,000	0	748,494
Triang 1	80,676	4	322,704
quadr 2	161,352	9	1452,168
Triang 2	85,158	10	851,58
quadr 3	331,668	15	4975,02
Triang 3	89,640	16	1434,24
			momento totale: 9035,712
			Braccio: 12,07186 m



Si osserva che per pareti verticali con altezza di 18,0 mt la spinta attiva è di **748,49 kN/m** lineare, con punto di applicazione situato a **12,07 m** dal punto superiore.

La pressione laterale attiva massima vale **85,15 kPa**.

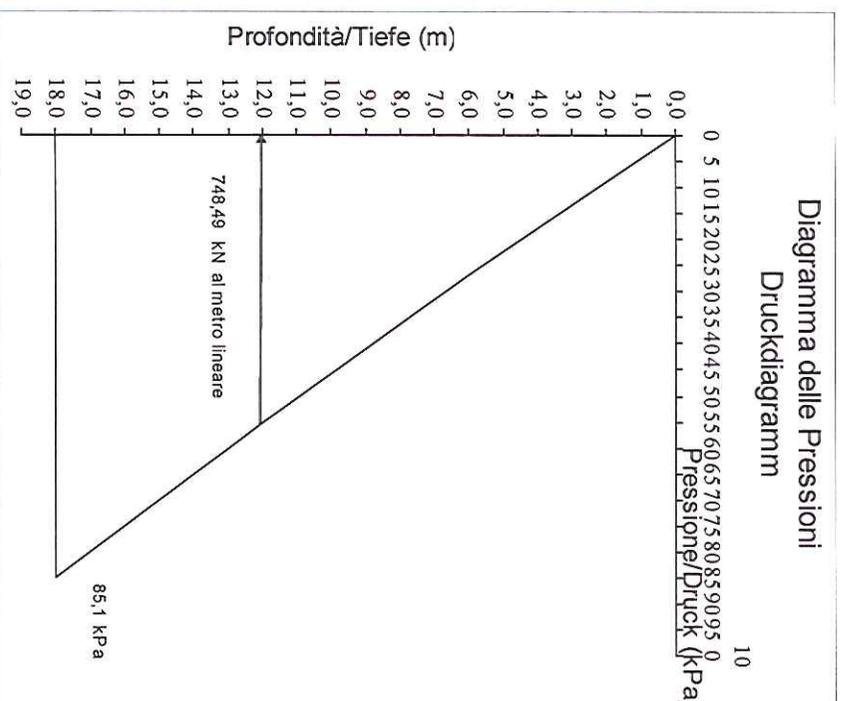


Figura 3: Diagramma delle pressioni

5. SISMICITA' LOCALE

Con la pubblicazione del Decreto del Presidente della Provincia del 21 luglio 2009, n. 33 nel Bollettino Ufficiale della Regione Trentino Alto Adige n. 34/I-II del 18.08.2009, vengono recepite le prescrizioni del Decreto Ministeriale del 20 marzo

39



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio
5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia
5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

2003 n. 3274 sulle norme sismiche e i nuovi criteri progettuali approvati con Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 recante "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

In base al suddetto decreto tutti i comuni della provincia di Bolzano, compreso quello del capoluogo, ricadono in zona sismica 4.

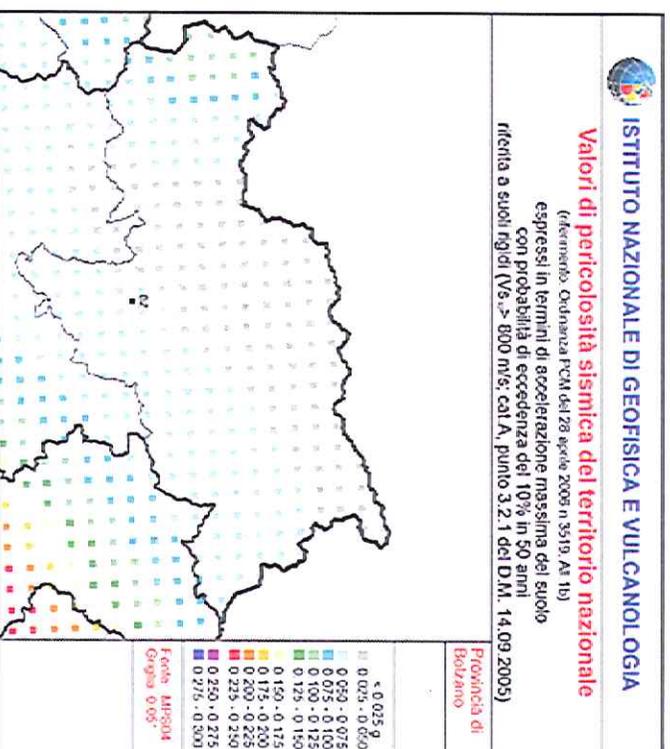


Fig. 4: Carta dei Valori di pericolosità sismica

6. CONCLUSIONI

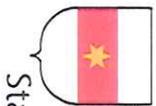
Il presente studio, eseguito su incarico dell'Ufficio Opere Pubbliche, Edifici del Comune di Bolzano, analizza le problematiche di natura geologica, idrogeologica e sismica concernenti la realizzazione di un nuovo parcheggio interrato sotto piazza Vittoria, a Bolzano.

Il progetto si trova attualmente nella fase di elaborazione dello studio di fattibilità - progetto preliminare.

Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und -entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

Sulla base delle planimetrie di progetto, considerando la proiezione verticale sulla superficie di piazza Vittoria, l'area di scavo ha un'estensione di ca. 80 x 40 m, comprendendo la totalità della superficie occupata dagli attuali parcheggi superficiali della piazza ed escludendo l'area del parco pubblico.

La profondità prevista del piano fondazionale, considerando l'intenzione della committenza di progettare e realizzare sei piani interrati, si aggira intorno ai 18 m.

Sono state effettuate le verifiche geotecniche preliminari, relative al valore di pressione ammissibile (SLU), secondo l'approccio 2, per le fondazioni dell'opera in progetto (ipotizzando fondazioni a platea, nastriiformi o a plinto) e relative al valore dei cedimenti attesi e alla spinta laterale del terreno riferita ad una parete di scavo di 18,0 m.

E' stato inoltre redatto un capitolo relativo alla stabilità dei fronti di scavo ed uno relativo alla sismicità locale.

La presenta relazione è redatta in ottemperanza al D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e costituisce la relazione geotecnica specialistica del progetto definitivo.

In fase esecutiva si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geotecnico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza la caratterizzazione geotecnica ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

L'ESPERTO NELLE MATERIE TECNICHE DELL'AREA AMBIENTALE

Dott. Geol. Mauro Platter



Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano - stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock - Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



Comune di Bolzano
Stadtgemeinde Bozen

5.0 Ripartizione Pianificazione e
Sviluppo del Territorio

5.0 Abteilung für Raumplanung und –entwicklung

5.7 Ufficio Piano CO₂, Energia e Geologia

5.7 Amt für CO₂-Plan, Energie und Geologie

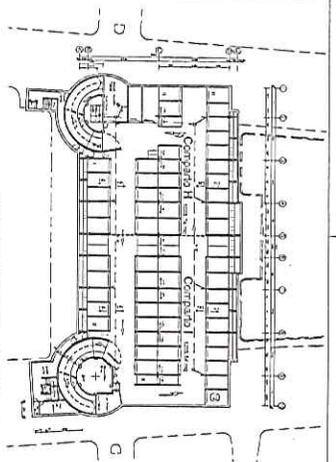
ALLEGATI

- Relazione tecnica descrittiva delle indagini geognostiche e stratigrafie
- Planimetria e sezioni di progetto
- Sezione geologica

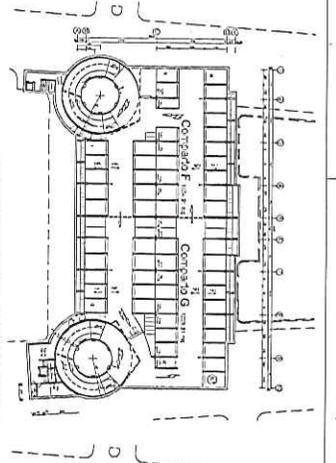
Dott. Geol. Mauro Platter
Piazza Municipio 5, 39100 Bolzano
4° piano – stanza n. 425
mauro.platter@comune.bolzano.it

Dr. Geol. Mauro Platter
Rathausplatz 5, 39100 Bozen
4° Stock – Zimmer Nr. 425
mauro.platter@gemeinde.bozen.it

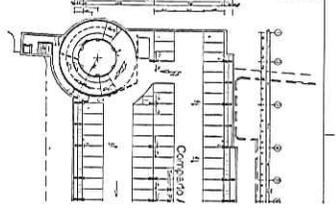
Tel. 0471 - 997841
Fax 0471 - 997880



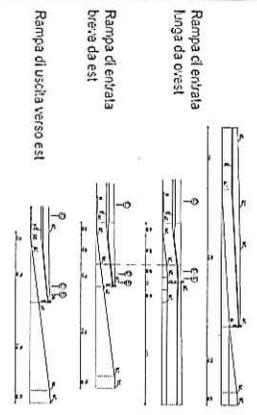
6° PIANO INTERRATO - LIVELLO -18,20 m



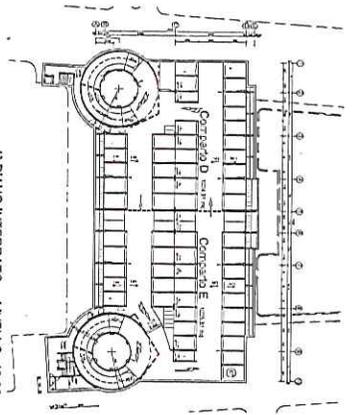
5° PIANO INTERRATO - LIVELLO -15,60 m



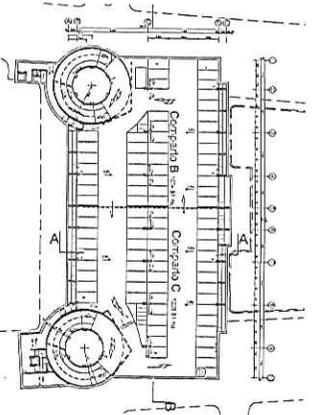
2° P



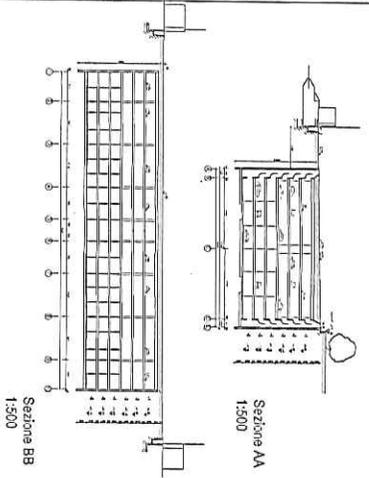
1:500



4° PIANO INTERRATO - LIVELLO -13,00 m

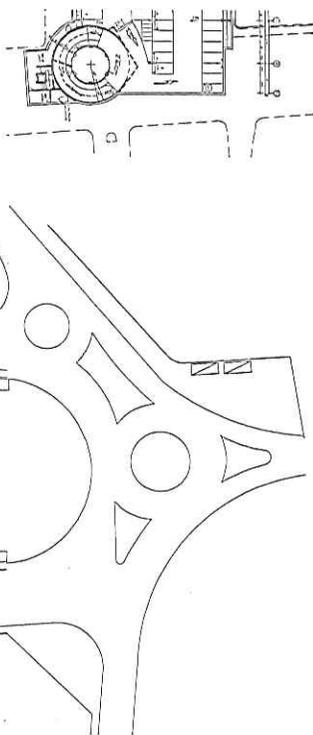


3° PIANO INTERRATO - LIVELLO -10,40 m

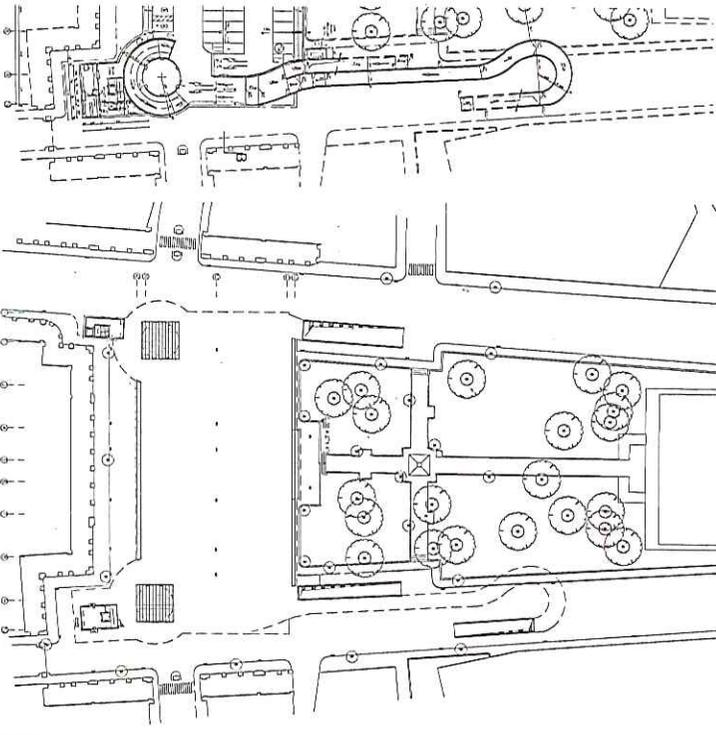


Sezione AA
1:500

Sezione BB
1:500



ERRATO - LIVELLO -1,80 m



ERRATO - LIVELLO -5,20 m

PIANO PIAZZA

TABELLA ESISTENZIALE ED INTERESSI

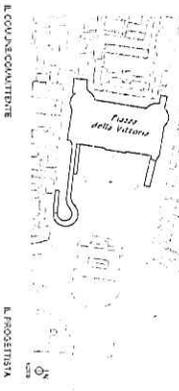
CANTIERE	PLOTTO		CANTIERE		CANTIERE		CANTIERE		CANTIERE	
	NUMERO	AREA	NUMERO	AREA	NUMERO	AREA	NUMERO	AREA	NUMERO	AREA
1	10	100	11	110	12	120	13	130	14	140
2	20	200	21	210	22	220	23	230	24	240
3	30	300	31	310	32	320	33	330	34	340
4	40	400	41	410	42	420	43	430	44	440
5	50	500	51	510	52	520	53	530	54	540
6	60	600	61	610	62	620	63	630	64	640
7	70	700	71	710	72	720	73	730	74	740
8	80	800	81	810	82	820	83	830	84	840
9	90	900	91	910	92	920	93	930	94	940
10	100	1000	101	1010	102	1020	103	1030	104	1040

ESISTENZE INDIRIZZI

INDIRIZZO	GRUPPO	INDIRIZZO	INDIRIZZO	INDIRIZZO
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X



CANTIERE 14.000



L. PROSETTINA

COMUNE DI BOLZANO
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

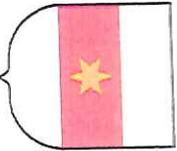
Più edifici di interesse pubblico sono stati per 270 giorni entro
50 giorni entro a 100 km in fascia della Vittoria e Bolzano

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TANCA SMIENCA

1450

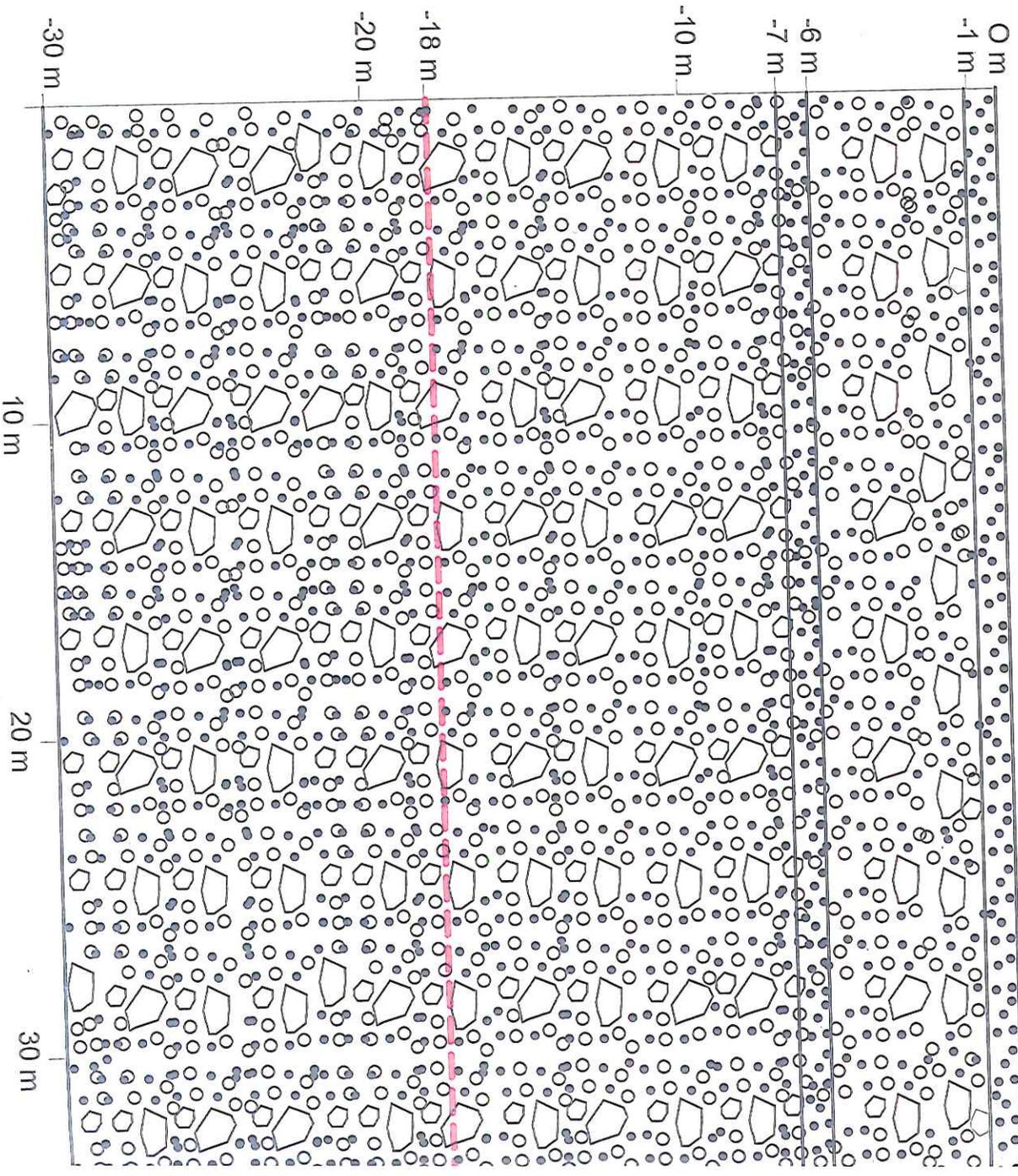
Comune di Bolzano
68000 Bolzano
Ripartimento di Bolzano
Ripartimento di Bolzano

1450

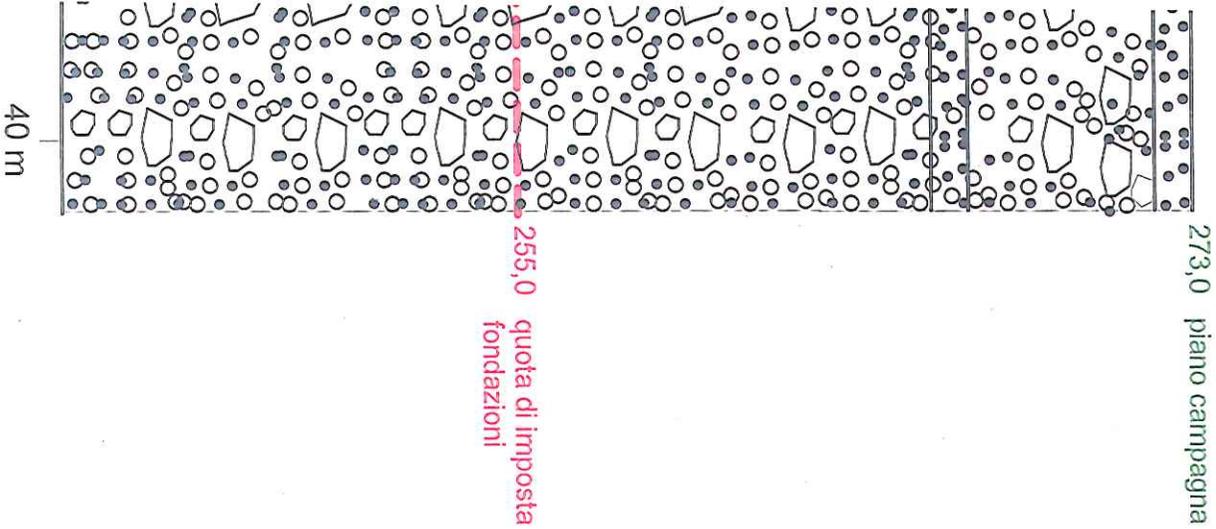


Città di Bolzano
Stadt Bozen

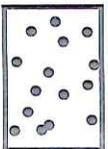
TAV 1 - SEZIO



GEOLOGICA



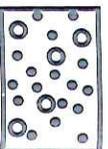
LEGENDA



Sabbia media rossastra



Ghiaia grossolana porfirica o poligenica
con trovanti, ciottoli e sabbia grossolana



Sabbia bruno - rossastra ghiaiosa

SCALA 1 : 200