

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI CUNEO

**PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
IN ZONA TC3a-TC5b
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

RECHIEDENTE: ROGEST SRL

PROGETTISTA: STUDIO DI ARCHITETTURA BARBERO ARCH. GIUSEPPE

a cura di: Geol. Marco Villa

Ordine Geologi Piemonte n°649



Borgo San Dalmazzo (CN), 28 dicembre 2012

GEOL. MARCO VILLA

Via Forconi, 9 - 12011 Pr. Belgio - Borgo S. Dalmazzo (CN) - P. IVA 02950420049

Ufficio: 0171/261288 - Cell: 3487269334 - E-mail: m.villa@marco.vi

INDICE

1	PREMESSA	3
2	OPERE IN PROGETTO	4
3	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA	7
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	13
5	CONSIDERAZIONI FINALI	19
6	BIBLIOGRAFIA	22
7	CAPACITÀ PORTANTE	23
8	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	24

1 PREMESSA

Su incarico dell'Arch. Giuseppe Barbero, per conto della Società ROGEST srl, è stata redatta la presente relazione geologica e geotecnica a supporto del progetto di Piano Esecutivo Convenzionato all'interno della zona TC3a-TC3b nel territorio comunale di Cuneo.

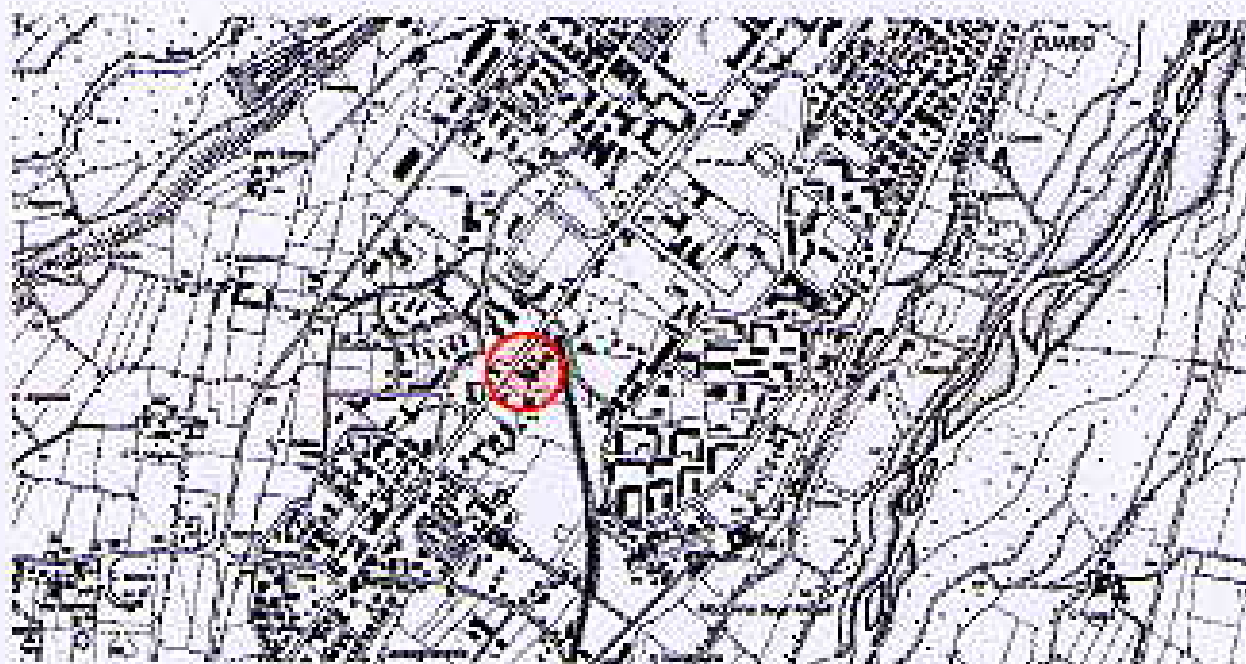


Figura 1: Ubicazione dell'area di intervento (in rosso) su C.T.R. 1:10.000.

La presente relazione costituisce doverosa integrazione tecnica alla richiesta di autorizzazione del PEC, descrive le caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area di indagine e gli interventi necessari per la realizzazione del fabbricato in progetto in condizioni di sicurezza secondo quanto stabilito dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 14 gennaio 2008, fornendo la caratterizzazione del terreno di fondazione dal punto di vista della risposta sismica secondo normativa con l'attribuzione del medesimo alla Categoria di terreno di fondazione corrispondente.

2 OPERE IN PROGETTO

L'area di P.E.C. è ubicata nella porzione meridionale del concentrico di Cuneo in corrispondenza dei mappali n.244,252 - Foglio n.781 della Carta Tecnica Catastale in scala 1:2.000, ove attualmente sono presenti alcuni fabbricati per i quali è prevista la demolizione e la conseguente ricostruzione di una nuova unità abitativa pluripiano.



Figura 2: Ubicazione dell'area di P.E.C. su Planimetria Catastale

Il progetto prevede la demolizione del fabbricato esistente e di alcuni locali ad uso magazzino/laboratorio e la successiva realizzazione di un edificio residenziale plurifamiliare costituito da due piani interrati (autorimessa e cantine/sgombero) e da 4 piani fuori terra; le strutture di fondazione dell'edificio saranno ubicate ad una profondità di circa -5,50m rispetto all'attuale piano campagna mentre l'altezza al colmo del fabbricato sarà pari a circa 14,0 metri;

per il dettaglio architettonico del fabbricato in progetto si rimanda in ogni caso alla documentazione progettuale redatta dall'Arch. Barbero.



Figura 3: sezione e prospetto del fabbricato in progetto.

Per la realizzazione dei locali interrati in progetto e per la messa in opera delle strutture di fondazione si renderà necessario procedere allo scavo di una fossa interrata con fronti di scavo di altezza talora prossima a 5,5-6,0 metri: al fine di assicurare la stabilità degli stessi ed assicurare la sicurezza del personale d'opera si dovrà quindi procedere alla gradinatura dei fronti di scavo così da avere fronti auto-sistentanti di altezza non superiore a 2,5 metri o, qualora non vi sia lo spazio necessario, alla realizzazione di un muro di contenimento o/o di una palificata opportunamente dimensionata lungo il perimetro dello scavo che eviti il franamento delle pareti dello scavo.

In alternativa potrebbe infine essere realizzato un muro di contenimento nella parte superiore del fronte, mentre alla base dello stesso potrebbe essere realizzata una palificata adeguatamente ancorata nel terreno alla base del fondo scavo (almeno 1 m.) per garantire il sostegno al muro stesso e la stabilità della parete; viene tuttavia demandata alla successiva fase progettuale l'individuazione delle modalità di scavo e degli accorgimenti tecnici necessari a garantire la stabilità dei fronti di scavo e la sicurezza delle maestranze impiegate nella costruzione del fabbricato, nonché la valutazione del posizionamento della gru di cantiere ed il suo sostegno.

Si raccomanda tuttavia che le operazioni di scavo vengano effettuate in presenza di un geologo che possa monitorare in modo diretto le condizioni del fronte di scavo ed eventualmente predisporre i dovuti accorgimenti tecnici per assicurarne la stabilità; dovrà altresì essere regolarmente monitorata la stabilità durante le fasi di cantiere e valutata l'eventuale insorgenza di rigonfiamenti del fronte e/o la comparsa di fratture di trazione nella porzione di terreno a tergo dello scavo.

Dovrà inoltre essere prevista una accurata regimazione delle acque meteoriche e di quelle ruscellanti da Corso Francia in modo tale da evitarne l'accumulo ed il ristagno sul fondo scavo e durante la vita nominale del fabbricato; per il loro smaltimento si suggerisce l'eduzione delle stesse all'interno della heulera adiacente l'area di PEC lungo Corso Francia e nel canale irriguo sul lato orientale del lotto qui considerato o, in alternativa, tramite pozzi padenti in sito.

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, l'area è classificata da P.R.G.C. vigente come **Classe I**: *"Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono normalmente consentiti nel rispetto delle prescrizioni del DM 11/03/1989."*

L'area non risulta invece essere soggetta a Vincolo Idrogeologico secondo la L.R. 45/89 e s.m.i. e parimenti non rientra all'interno di aree perimetrate come S.I.C. secondo la Direttiva Comunitaria n.43/1992 (92/43/CEE) né all'interno delle ZPS secondo la Legge n.157/1992.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA

L'area di intervento è ubicata nella porzione meridionale del territorio comunale di Cuneo, in corrispondenza dell'altipiano su cui sorge il concentrico; dal punto di vista geologico e geomorfologico esso si caratterizza per la presenza di una uniforme e continua successione di terreni di copertura quaternari costituiti da depositi alluvionali a granulometria sabbioso-gliuosa, localmente limosa con frequenti ciottoli centimetrici e talora decimetrici, litologicamente eterogenei, domi di bassa coesione, discreto addensamento e buona permeabilità di tipo primario, il cui spessore risulta essere superiore a 45-50 metri.

Dal punto di vista fisiografico e stratigrafico la pianura cuneese viene comunemente suddivisa in tre aree differenti:

- Unità alluvionale dei conoidi e dei terrazzi antichi: costituita da ghiaie molto eterogenee con abbondante matrice siltosa-argillosa al di sopra delle quali è presente una potente coltre di alterazione rossastra di argille siltose rosso-violacee (terrazzi di Beinette, Pianfei, Hoves, Peveragno e Vignolo, terrazzi di Magliano Alpi, Salmour, Fossano e Marene); essa costituisce le aree topograficamente più rilevate e distali rispetto ai corsi d'acqua attuali.
- Unità alluvionale del livello fondamentale: costituita da ghiaie piuttosto grossolane con ciottoli fino a 20-30 cm di diametro, con patine d'alterazione, immersi in una matrice sabbioso-siltosa, al cui tetto è generalmente presente un suolo costituito da argille sabbioso-siltose di colorazione nocciola, con potenza pari ad 1 metro circa. L'unità affiora in tutto il settore della pianura principale sia in sinistra che in destra orografica del torrente Stura fino alla confluenza con il Tanaro. È limitata a Sud e a Ovest dai rilievi del basamento alpino, a NE dall'altipiano di Poirino, a Est dalle Colline delle Langhe. Tale pianura è stata costituita dalle grandi conoidi dei torrenti Stura, Gesso, Pesio, Grana, Maira, Varaita e del fiume Tanaro che si estendevano tra i rilievi montuosi del basamento alpino fino in corrispondenza dei rilievi collinari delle Langhe.

Su tali versanti sono stati, infatti, rinvenuti, alcuni lembi di questi depositi poggianti sul substrato del Bacino Terziario Piemontese e localizzati alla stessa altezza topografica degli altri sedimenti alluvionali.

- Unità alluvionale dei fondovalle: costituita da ghiaie grossolane, fresche, con scarsa matrice sabbiosa e nelle zone più distali e terrazzate rispetto letti fluviali da un suolo siltoso-sabbioso di spessore molto esiguo (50-70 cm); essa è costituita dagli alvei attuali dei corsi d'acqua e dai depositi quaternari presenti nell'intorno dell'alveo bagnato.

L'area di PEC è caratterizzata da una topografia pressoché pianeggiante posta oltre 35m più in alto rispetto agli alvei dello Stura e del Gesso e appartiene al livello fondamentale della pianura cuneese: dal punto di vista stratigrafico l'area si caratterizza per la presenza di una potente successione di depositi quaternari di natura fluvio-glaciale costituiti da ghiaie medie, debolmente sabbiose, con abbondanti ciottoli poligenici di dimensioni variabili da pochi cm ad oltre 40cm, generalmente sub-arrotondati, scarsamente classati, con elevata permeabilità primaria e grado di addensamento generalmente elevato, con talora livelli cementati.

I depositi fluviali presentano nell'area qui considerata uno spessore di oltre 45-50 metri e risultano posti a tetto dei calcescisti piemontesi, i litotipi metamorfici che costituiscono l'ossatura dei rilievi pedemontani posti immediatamente a Sud della pianura fluviale.

Dal punto di vista geotecnico tali depositi presentano proprietà complessivamente variabili da buone a molto buone e risultano pienamente compatibili con l'imposizione dei consueti carichi indotti dai fabbricati ad uso residenziale ($1.5-2.0 \text{ kg/cm}^2$): le ghiaie e le sabbie presentano infatti un angolo di attrito dell'ordine dei 35° , un grado di addensamento generalmente elevato e coesione nulla, mentre non sono presenti orizzonti limoso-argillosi geotecnicamente scadenti, fatto salvo uno strato superficiale di circa 1,0m di spessore ubicato in corrispondenza del giardino antistante il fabbricato esistente e in via di demolizione.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Va inoltre sottolineato come il terreno di fondazione sia stato soggetto al carico statico dei fabbricati esistenti per oltre 25-30 anni e pertanto si può ragionevolmente ritenere che sia già stato oggetto di fenomeni di compattazione e cedimento sia sul breve che sul lungo periodo; in ragione di ciò, vista la granulometria grossolana e l'assenza di orizzonti coesivi compressibili, il terreno di fondazione viene ritenuto del tutto idoneo alla realizzazione del fabbricato in progetto.

Al fine di caratterizzare in modo più completo ed approfondito in terreno di fondazione e valutare in modo più accurato l'eventuale presenza di lami limoso-argillose sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche (DP) all'interno del lotto di terreno indagato: l'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove è costituita da un penetrometro PAGANI DM30 caratterizzato da un peso battente di 30kg e da un'altezza di caduta di 20 cm, con aste di $\varnothing=20\text{mm}$ e punta conica (60°) con $sap=10\text{ cm}^2$, le cui caratteristiche tecniche vengono illustrate in Allegato alla presente.



Figura 4: ubicazione delle prove penetrometriche effettuate.

I risultati sono stati quindi elaborati con il software WinDin 1.03, al fine di ottenere il valore di valore di Resistenza dinamica all'avanzamento (Rpd) con la "Formula Olandese" ed i principali parametri geotecnici dei materiali attraversati, riportati in Allegato.

Le prove sono state eseguite registrando i colpi necessari ad un avanzamento di 10 cm delle aste e sono state interrotte al raggiungimento del valore di Rifiuto della prova ($N_{10} > 65$) o ad una profondità tale per cui l'influenza dell'opera in progetto si annulli con la profondità.

Le prove eseguite hanno evidenziato come il terreno di fondazione sia caratterizzato essenzialmente da uno strato superficiale di terreno vegetale di riporto limoso-argilloso scarsamente addensato di spessore prossimo ad 1.0-1.2 m. nell'area adibita a giardino al di sotto del quale, in tutta l'area di PEC, affiorano i depositi alluvionale a granulometria ghiaiosa, debolmente sabbiosa con abbondanti ciottoli fluviali che costituiscono l'altipiano su cui sorge il concentrico di Cuneo: tale unità stratigrafica presenta proprietà geotecniche complessivamente variabili da buone a molto buone, grado di addensamento non inferiore al 50%, angolo di attrito di circa 35°, elevata permeabilità primaria ($1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$ m/s), $N_{10} > 25$.

In virtù di tali caratteristiche i materiali possono essere ragionevolmente attribuiti alla Classe A1 della classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006) e al gruppo GW-GP della classificazione americana U.S.C.S. ed i principali parametri geotecnici possono essere così riassunti:

▪ **Alluvioni ghiaioso-sabbiose:**

γ :	1.85-1.95 t/cm ³	D _r :	50%-65%
ϕ :	35°	k:	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-3}$ m/s
C_u :	0 Kg/cm ²	N_{10} :	>25

Dal punto di vista idrogeologico la zona si caratterizza per la presenza di una falda freatica ubicata al contatto tra il substrato roccioso impermeabile ed il sovrastante materasso fluviale: la

soggiacenza della falda viene stimata nell'ordine dei 45 metri circa dal piano campagna e le cicliche oscillazioni stagionali possono ragionevolmente essere ipotizzate dell'ordine dei 2-3 metri, tali pertanto da escludere qualsiasi interazione con le opere di fondazione degli edifici che si andranno a realizzare; l'elevata permeabilità del terreno consentirà inoltre una rapida ed efficace filtrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche, evitando fenomeni di ristagno superficiale ed in corrispondenza dell'interfaccia terreno/fondazione.

Dal punto di vista gravitazionale l'area di intervento si presenta in condizioni di sostanziale stabilità: il terreno soggetto a PEC e l'intorno circostante non risulta infatti soggetto a fenomeni di dissesto gravitativi (scivolamenti, crolli, DGPV, sink-holes) e non risultano evidenti indizi morfologici che facciano presupporre situazioni di dissesto pregresse; tale considerazione è supportata dall'analisi degli strumenti di governo del territorio (PAI, Progetto IFFI, Cartografia P.R.G.C.), nei quali non vengono riportate perimetrazioni di aree soggette a dissesti gravitativi attuali e/o pregressi.

L'area di PEC risulta inoltre essere posta al riparo rispetto ai fenomeni di esondazione dei torrenti Stura e Cesso in virtù del notevole franco altimetrico che intercorre tra gli alvei ed il piano campagna.

Al fine di fornire una valutazione della risposta del terreno alla messa in opera dei carichi statici degli edifici è stato quindi effettuato il calcolo della capacità portante del terreno con FS-3 utilizzando le formule di Terzaghi (1943), Meyerhof (1951), Brinch-Hansen e l'Eurocodice 7: si tratta di correlazioni empiriche basate sull'analisi statistica di un grande numero di fondazioni (di tipo lineare, plinti, platee) su differenti terreni (coesivi e non coesivi, addensati e non addensati) tramite le quali è possibile ottenere un valore della capacità portante di un terreno sulla base dei parametri geotecnici di tali materiali.

Tali metodi rappresentano le metodologie di calcolo numerico comunemente utilizzate per il calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione e permettono pertanto una stima veritiera

del comportamento geomeccanico dei terreni sottoposti a carico statico, quale quella di una fondazione.

Al fine di fornire un'idea qualitativa della capacità portante del terreno sono stati quindi applicate le formule sopra menzionate ipotizzando fondazioni a geometria quadrata di larghezza pari a 1.0 m poste a circa -5.5 m. dall'attuale piano campagna, cioè in prossimità del piano di fondazione previsto da progetto: in Tabella 1 vengono riportati i valori del carico limite (Q_{ult}) e del carico ammissibile (Q_{amm}) ottenuti con le suddette metodologie di calcolo per FS= 3.

L'applicazione delle metodologie di calcolo ha posto in luce come il carico ammissibile dal terreno di fondazione alla profondità di -5.5m sia molto elevata, superiore ad 5.58 kg/cm^2 : al fine di effettuare la progettazione a favore di sicurezza si consiglia quindi di usare il valore più cautelativo (5.5 kg/cm^2) nel calcolo delle strutture degli edifici in modo tale da consentire un adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione.

Metodo di Calcolo	$Q_{ult} [\text{kg/cm}^2]$	$Q_{amm} [\text{kg/cm}^2]$
Terzaghi	16.73	5.58
Meyerhof	35.81	11.94
Brinch-Hansen	25.01	8.34
Eurocodice 7	28.71	9.57

Tabella 1: capacità di carico limite e capacità di carico ammissibile per il terreno di fondazione.

Tali valori di capacità portante risultano essere largamente eccedenti i normali carichi indotti da edifici analoghi a quelli in progetto ($\sim 2 \text{ kg/cm}^2$), a testimonianza delle buone proprietà geotecniche complessive del terreno di fondazione: la realizzazione del fabbricato potrà quindi avvenire in condizioni di sicurezza e senza dar luogo a fenomeni di cedimento differenziale in corrispondenza del piano di fondazione.

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Il territorio comunale di Cuneo a seguito dell'applicazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e della Delibera della Giunta Regionale del 19/01/2010 per l'Aggiornamento e l'Adeguamento delle zone sismiche è stato inserito in Zona 3 nella Classificazione Sismica dei Comuni del Piemonte, come indicato nell'Allegato della suddetta delibera.

Categoria	Descrizione
A	Strutture rocciose affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{60,30} > 30$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa moderatamente addensati o terreni a grana fina moderatamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{60,30} < 30$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{60,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiori a 30 m, posti all'obiettivo di riferimento (con $V_s > 100$ m/s).

Figura 5: categorie di terreno secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008.

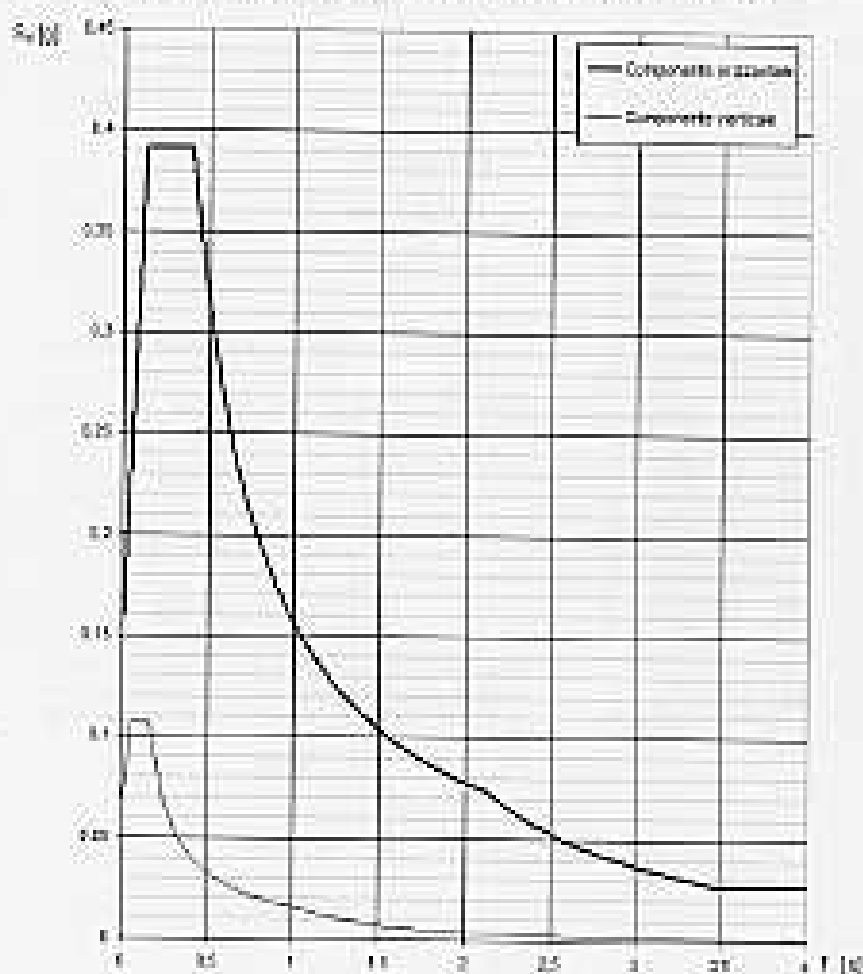
In virtù del contesto geologico in cui è ubicata l'area di PEC, considerando anche le evidenze emerse durante le fasi costruttive dei due fabbricati recentemente realizzati immediatamente a Sud dell'area qui considerata e le indagini geognostiche effettuate sul terreno, esso può ragionevolmente essere attribuito alla Classe B secondo quanto indicato dalla OPCM 3724/2003 e s.m.i.: "Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà geomeccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECSICA

Data la topografia pressoché pianeggiante dell'area la categoria topografica di riferimento è la **Categoria TI**: "Superficie pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$ ", a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_t=1$.

Il calcolo dei coefficienti e dei parametri sismici al fine di determinare le azioni sismiche sull'edificio in costruzione nei vari stati limite secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008 e s.m.i. è stato effettuato attraverso l'utilizzo del software SPETTRI-NTC v.1.0.3 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con il quale sono stati inoltre calcolati gli spettri di risposta (orizzontale e verticale) caratteristici del sito oggetto di intervento, nonché lo spettro di progetto per lo stato limite SLV.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.132 g
F_a	2.632
T_a	0.287 s
S_a	1.250
C_d	1.818
S_v	1.000
β	1.000

Parametri dipendenti

S	1.700
η	1.000
T_b	0.133 s
T_0	0.395 s
T_1	2.125 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = a_1 \cdot S_a \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{0.05 + 0.0015 S} \cdot a_1 \cdot S_a \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6, § 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_p / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_0 = C_d \cdot T_b \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_1 = 4.0 \cdot a_g \cdot g + T_0 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 § 3.2.4)

$$0 < T < T_b \quad S_b(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left[\frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_0 \quad S_b(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_0 \leq T < T_1 \quad S_b(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left(\frac{T_0}{T} \right)$$

$$T_1 \leq T \quad S_b(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left(\frac{T_1 \cdot T_0}{T} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_b(T)$ per lo stato limite SLV è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con η_d , dove η_d è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

$T [s]$	$S_b [g]$
0.050	0.158
0.100	0.262
0.200	0.262
0.400	0.231
0.500	0.237
0.600	0.242
0.700	0.248
0.800	0.250
0.900	0.251
1.000	0.251
1.100	0.251
1.200	0.251
1.300	0.250
1.400	0.249
1.500	0.248
1.600	0.246
1.700	0.244
1.800	0.242
1.900	0.240
2.000	0.238
2.100	0.236
2.200	0.234
2.300	0.232
2.400	0.230
2.500	0.228
2.600	0.226
2.700	0.224
2.800	0.222
2.900	0.220
3.000	0.218
3.100	0.216
3.200	0.214
3.300	0.212
3.400	0.210
3.500	0.208
3.600	0.206
3.700	0.204
3.800	0.202
3.900	0.200
4.000	0.198

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
S_{a1}	0.040 g
S_{a2}	1.000
S_{a3}	1.000
η	1.500
T_B	0.850 s
T_C	0.100 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_1	1.212
β	1.000
α	0.007

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = A_1 \cdot S_1 \quad \text{(NTC-08 Eq. 3.2.5)}$$

$$\eta = 1 + \eta_1 \quad \text{(NTC-08 Eq. 3.2.5d)}$$

$$F_1 = 1.15 \cdot F_2 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^{0.2} \quad \text{(NTC-08 Eq. 3.2.5f)}$$

Espressioni dello spettro di risposta NTC-08 Eq. 3.2.6d

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_1} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

T (s)	S _a (g)
0.100	0.040
0.200	0.187
0.300	0.187
0.400	0.640
0.500	0.640
0.600	0.640
0.700	0.625
0.800	0.625
0.900	0.624
1.000	0.621
1.100	0.618
1.200	0.617
1.300	0.616
1.400	0.615
1.500	0.614
1.600	0.613
1.700	0.612
1.800	0.611
1.900	0.610
2.000	0.609
2.100	0.608
2.200	0.607
2.300	0.607
2.400	0.606
2.500	0.605
2.600	0.605
2.700	0.604
2.800	0.604
2.900	0.604
3.000	0.604
3.100	0.604
3.200	0.603
3.300	0.603
3.400	0.603
3.500	0.603
3.600	0.602
3.700	0.602
3.800	0.602
3.900	0.602
4.000	0.602
4.100	0.602
4.200	0.602
4.300	0.602
4.400	0.602
4.500	0.602
4.600	0.602
4.700	0.602
4.800	0.602
4.900	0.602
5.000	0.602
5.100	0.602
5.200	0.602
5.300	0.602
5.400	0.602
5.500	0.602
5.600	0.602
5.700	0.602
5.800	0.602
5.900	0.602
6.000	0.602
6.100	0.602
6.200	0.602
6.300	0.602
6.400	0.602
6.500	0.602
6.600	0.602
6.700	0.602
6.800	0.602
6.900	0.602
7.000	0.602
7.100	0.602
7.200	0.602
7.300	0.602
7.400	0.602
7.500	0.602
7.600	0.602
7.700	0.602
7.800	0.602
7.900	0.602
8.000	0.602
8.100	0.602
8.200	0.602
8.300	0.602
8.400	0.602
8.500	0.602
8.600	0.602
8.700	0.602
8.800	0.602
8.900	0.602
9.000	0.602
9.100	0.602
9.200	0.602
9.300	0.602
9.400	0.602
9.500	0.602
9.600	0.602
9.700	0.602
9.800	0.602
9.900	0.602
10.000	0.602

E' stata infine determinata la frequenza fondamentale di vibrazione del terreno attraverso l'indagine sismica passiva HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), comunemente conosciuta come Metodo di Nakamura, con una terna di geofoni posizionati lungo le tre direzioni

dello spazio: tale metodologia consente di valutare la frequenza fondamentale di vibrazione di un terreno a seguito di un impulso sismico e quantifica l'eventuale amplificazione di tale impulso a seguito delle caratteristiche stratigrafiche e litologiche dell'area indagata, spesso responsabile di ingenti danni alla costruzione in aree di territorio circoscritte.

Durante i sopralluoghi effettuati a seguito di numerosi terremoti distruttivi si è infatti spesso osservata una notevole variabilità nell'entità e nella tipologia di danneggiamento di edifici analoghi ubicati a breve distanza l'uno dall'altro (decine/centinaia di metri): le analisi effettuate durante le fasi post-sisma hanno evidenziato come tali edifici, seppur limitrofi, fossero ubicati in porzioni di territorio con una risposta di sito differente in virtù delle diverse condizioni stratigrafico-litologiche del substrato di fondazione che in alcuni casi hanno portato all'amplificazione locale dell'impulso sismico per una determinata frequenza.

Le indagini effettuate sugli edifici più danneggiati hanno inoltre evidenziato come tale frequenza fosse del tutto sovrapponibile alla frequenza di vibrazione caratteristica dei fabbricati stessi, funzione della geometria e della tipologia del fabbricato: tale fenomeno, denominato *doppia risonanza*, ha pertanto prodotto una notevole amplificazione dell'impulso sismico che ha quindi causato ingenti lesioni su tali edifici; i fabbricati limitrofi con differente fattore di struttura sono invece stati interessati da lesioni più contenute in quanto non vi è stata sovrapposizione tra la frequenza di vibrazione di sito e quella caratteristica dell'edificio e non si è pertanto verificato il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura.

Il calcolo del rapporto H/V consente quindi di valutare la risposta di sito determinando la frequenza di vibrazione fondamentale del terreno e l'entità dell'amplificazione dell'impulso sismico, fornendo allo strutturista indicazioni molto significative circa le sollecitazioni a cui può andare incontro il fabbricato in progetto.

La valutazione del rapporto H/V è stata effettuata utilizzando una terra di geofoni posizionati nell'area antistante il magazzino oggi esistente e lasciati in acquisizione per oltre 30 minuti: la restituzione dei dati misurati ha evidenziato come l'amplificazione di sito sia pressoché nulla, dal

momento che il rapporto H/V risulta essere pressoché costantemente pari a 2 e non presenta valori di picco per alcuna frequenza, se non in prossimità dei 10-11 Hz.

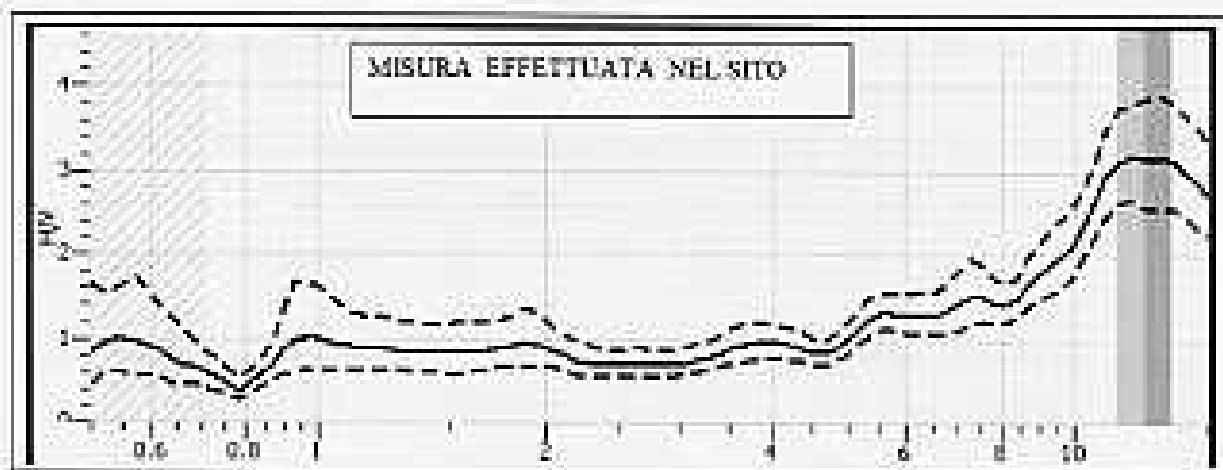


Figura 6: diagramma Frequenza-rapporto H/V del terreno indagato.

Tale amplificazione è dovuta essenzialmente al livello limoso-argilloso superficiale, meno addensato e caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche decisamente inferiore rispetto alle alluvioni grossolane sottostanti e potrebbe dar luogo a fenomeni di risonanza esclusivamente in corrispondenza di tettoie o/o bassi fabbricati, peraltro non in progetto, posizionati immediatamente al di sopra di tale strato.

Considero però che tale strato verrà rimosso e che le strutture di fondazione dell'edificio in progetto (pluripiano) verranno ubicate in corrispondenza delle alluvioni grossolane ad una profondità di circa -5.5 m. dall'attuale piano campagna, si può ragionevolmente affermare come non vi saranno fenomeni di risonanza/doppia risonanza tali da amplificare le sollecitazioni attese sul fabbricato in caso di evento sismico.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Le considerazioni riportate nei precedenti capitoli si possono sintetizzare nei seguenti punti:

- l'area di PEC è ubicata nella porzione meridionale del concentrico e attualmente è costituita da un edificio residenziale e da alcuni locali accessori ad uso magazzino/laboratorio;
- i lavori in progetto prevedono la demolizione dei locali esistenti e la realizzazione di un fabbricato ad uso residenziale costituito da due piani interrati ad uso cantina/autorimessa e da quattro piani fuori terra ad uso abitazione;
- i terreni caratterizzanti l'area di intervento sono costituiti da ghiaie e subordinate sabbie con abbondanti ciottoli centimetrico-decimetrici di origine fluvio-glaciale che costituiscono l'altipiano su cui sorge Cuneo: tali depositi sono caratterizzati da un elevato grado di addensamento, permeabilità primaria variabile da buona a molto buona e coesione nulla, risultano essere localmente cementati e presentano uno spessore superiore ai 40-45 metri, al di sotto dei quali è presente il substrato roccioso lapideo;
- dal punto di vista gravitazionale e idrogeologico l'area di PEC risulta essere idonea alla realizzazione degli edifici residenziali: non vi sono infatti indizi di fenomeni di instabilità nell'area e, pertanto, il rischio di sovrallavionamento dell'area risulta essere nullo;
- le prove penetrometriche effettuate hanno evidenziato come l'area presenti una copertura corticale limoso-argillosa poco addensata di spessore prossimo ad 1.0-1.2m, al di sotto della quale affiorano i depositi fluvio-glaciali molto addensanti e talora cementati: le proprietà geotecniche complessivamente risultano essere variabili da buone a molto buone e consentiranno la realizzazione del fabbricato in progetto in

RELAZIONE GEOMORFICA E GEOTECNICA

condizioni di sicurezza, assicurando la stabilità degli stessi rispetto a fenomeni di cedimento differenziale in corrispondenza del piano di fondazione;

- le indagini sismiche effettuate con il metodo di Nakamura hanno evidenziato come il terreno oggetto d'intervento non presenti fenomeni di amplificazione sismica e/o risonanza, dal momento che è costituito da una successione continua di materiale alluvionale grossolano ben addensato e privo di contrasti di impedenza;
- sulla base delle indagini geognostiche e sismiche effettuate ed in virtù del contesto geologico in cui risulta ubicata, l'area indagata viene pertanto ragionevolmente attribuita alla Classe B definita dalla OPCM 3274/2003 e s.m.i.;
- l'applicazione delle principali metodologie di calcolo della capacità portante del terreno ha evidenziato come essa sia piuttosto elevata ($>5 \text{ kg/cm}^2$) ed in grado di fornire un adeguato sostegno al carico statico del fabbricato in progetto;
- al fine di assicurare la stabilità dei fronti di scavo che si produrranno durante la messa in opera delle strutture interrate del fabbricato ed assicurare la sicurezza del personale d'opera si renderà necessario realizzare una gradonatura dei fronti di scavo così da avere fronti auto-sostenenti di altezza non superiore a 2,5 metri;
- qualora la gradonatura non sia realizzabile per motivi contingenti, si potrà ricorrere alla realizzazione di un muro di contenimento e/o di una palificata opportunamente dimensionata lungo il perimetro dello scavo che eviti il franamento delle pareti dello scavo e assicurando la stabilità sia durante le fasi di cantiere che durante la vita nominale dell'opera: viene tuttavia demandata alla successiva fase progettuale la definizione delle modalità di sostegno dei fronti ed il dimensionamento degli eventuali manufatti;
- si raccomanda inoltre che le fasi di scavo e di cantiere vengano assiduamente monitorate da un geologo così da valutare costantemente la stabilità dei fronti di

scavo e l'eventuale formazione di fratture di trazione a lungo degli scavi e nel caso predisporre tempestivamente i dovuti accorgimenti tecnici al fine di salvaguardare il personale d'opera e l'opera stessa;

- dovrà inoltre essere prevista una accurata regimazione delle acque meteoriche e di quelle ruscellanti in modo da evitarne l'accumulo ed il ristagno sul fondo scavo: per il loro smaltimento si suggerisce l'eduazione delle stesse all'interno della beniera adiacente l'area di PEC lungo Corso Francia e nel canale irriguo sul lato orientale del lotto qui considerato o, in alternativa, tramite pozzi perdenti in sito;
- le opere in progetto risultano essere pienamente compatibili con le Norme Tecniche del P.R.G.C. e non comporteranno alcun incremento del rischio idrogeologico dell'area;

Sulla base delle considerazioni esposte, si può concludere dicendo che l'intervento in progetto appare compatibile con la situazione geologica ed idrogeologica dell'area e con le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.



6 BIBLIOGRAFIA

- ✓ P.R.G.C. Cuneo e Allegati Tecnici;
- ✓ Carta Geologica d'Italia, Foglio 80 – Cuneo (scala 1:100.000) e Note Illustrative;
- ✓ Autorità di Bacino del Po' – Perimetrazione Piano per l'Assetto Idrogeologico;
- ✓ Inventario dei Fenomeni Francosi Italiani;
- ✓ Banca Dati Geologici della Regione Piemonte;
- ✓ GIS Regione Piemonte – DISUW Difesa del Suolo;
- ✓ GIS ARPA – Geologia e processi di dissesto;
- ✓ Studio e Valutazione della Vulnerabilità Intrinseca delle Acque Sotterranee" (M. Civita, Politecnico Torino, luglio 2005);
- ✓ Piano di Tutela delle Acque 2007 – Regione Piemonte;
- ✓ "Geotecnica" – R. Lancellotta, Zanichelli Editori;

7 CAPACITÀ PORTANTE

Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

Considerando: PEG zona TC3A

1 - Caratteristiche e tipologia fondale

Basen =	1.00	[m]
Lungh =	1.00	[m]
Profond =	5.00	[m]
acc ₁ =	0.00	[m]
acc ₂ =	0.00	[m]
α =	0.00	[°]

H =	0.00	[kg]
V =	150.00	[kg]

Tipologia	L
-----------	---



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ =	1900.00	[kg / m³]
φ =	32	[°]
δ =	21	[°]
c =	0.00	[kg / cm²]
K _p =	3.258	
co =	0.00	[kg / cm²]
β =	0.00	[°]

Falda Z = 1 m

Provincia della falda: 58

Fattore di sicurezza = 3

3 - Metodo di calcolo proposto da Terzaghi (1943)

Fond. Tipo: Quadrato

N _q =	38.513
N _c =	48.036
N _γ =	35.858

Q =	107.326.59	[kg]
Q _{ult} =	16.21	[kg / cm²]
Q _{amm} =	5.40	[kg / cm²]

capacità portante

4 - Metodo di calcolo proposto da Meyerhof (1963)

N _q =	38.513
N _c =	35.690
N _γ =	22.032

Q =	90818.41	[kg]
Q _{ult} =	36.81	[kg / cm²]
Q _{amm} =	11.94	[kg / cm²]

capacità portante

5 - Metodo di calcolo proposto da Vesic - Hansen

N _q =	38.513
N _c =	35.690
N _γ =	30.215

Q =	250066.26	[kg]
Q _{ult} =	25.01	[kg / cm²]
Q _{amm} =	8.34	[kg / cm²]

capacità portante

6 - Metodo di calcolo secondo l'Eurocodice 7 (Metodo EUT)

N _q =	38.513
N _c =	35.690
N _γ =	27.715

Q =	287114.56	[kg]
Q _{ult} =	28.71	[kg / cm²]
Q _{amm} =	9.57	[kg / cm²]

capacità portante



8 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

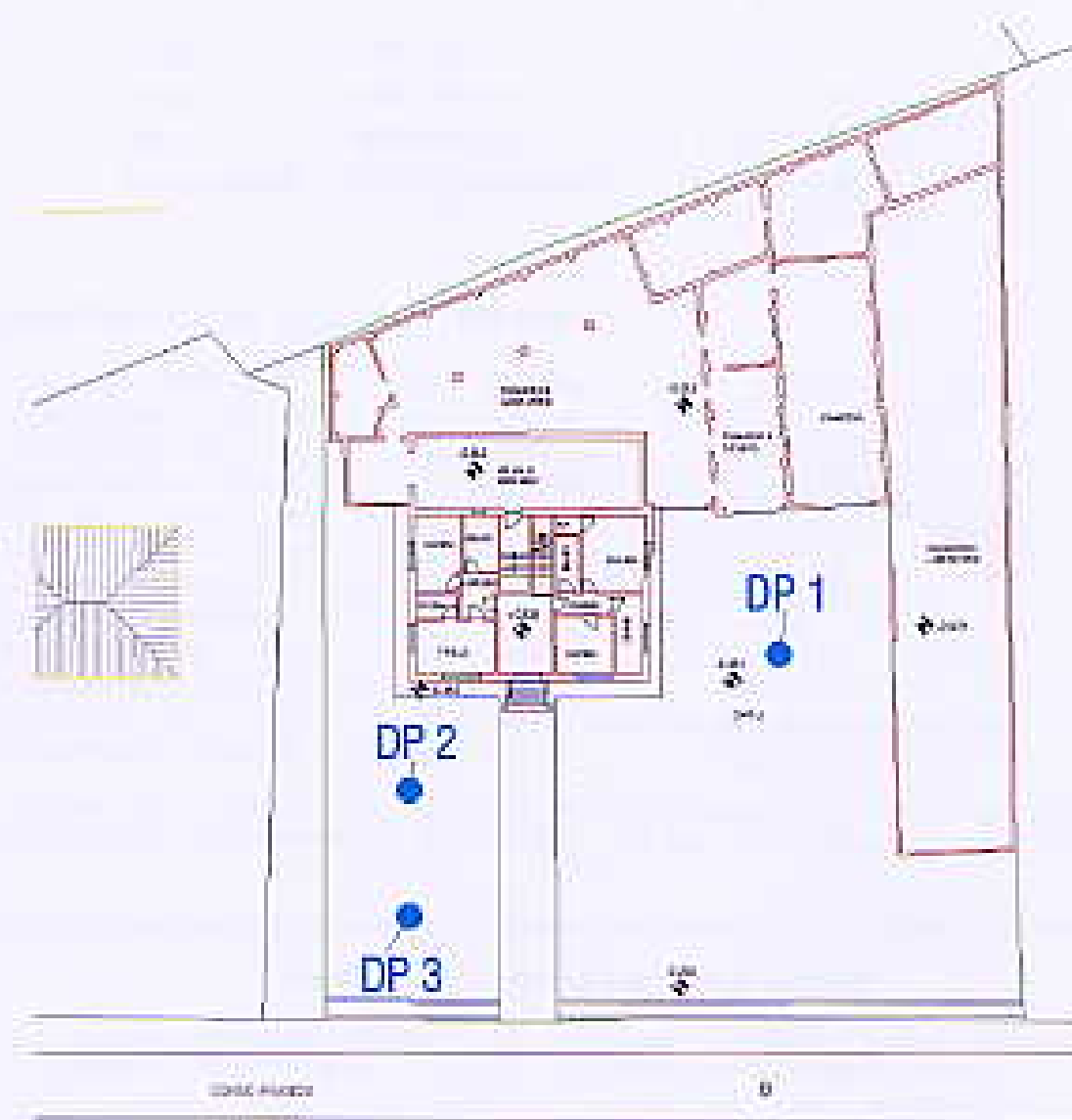


Figura 7: addizione protoni perossidante ossidante (DP).

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1985) del penetrometri dinamici

TIPO	Signa riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggera	DPL (Light)	$M \leq 10$
Media	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M _s = 13,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L _a = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	M _a = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1° ASTA	P1 = 0,20 m
AVANZAMENTO PUNTA	a = 0,10 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) = Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA = COLPO	Q = (MH)/(A ₀) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Q _{spt} = 7,63 kg/cm ²)
COEFF. TECNICO DI ENERGIA	$\mu = Q/Q_{spt} = 0,766$ (tecnicamento : N _{apt} = μ N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} [funzione del numero di colpi N] (FORMULA CLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A s (M+P)]$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo $\leq g / N$ M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm ² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN - 1

- committente : ROGEST srl
 - lavoro : PEG in zona TC3a-TC8a
 - localita' : Cuneo
 - nota :

- data : 28/11/2012
 - quota metri : 573
 - prof. (m) : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(cop p)	Rpd(kg/cm²)	N(cop p) asta	Prof.(m)	N(cop p)	Rpd(kg/cm²)	N(cop p) asta		
0,00 - 0,10	2	7,6	----	1	0,70 - 0,80	2	7,8	----	1
0,10 - 0,20	2	7,6	----	1	0,80 - 0,90	4	14,1	----	2
0,20 - 0,30	3	11,7	----	1	0,90 - 1,00	8	29,8	----	2
0,30 - 0,40	4	15,7	----	1	1,00 - 1,10	16	59,5	----	2
0,40 - 0,50	4	15,7	----	1	1,10 - 1,20	24	89,5	----	2
0,50 - 0,60	4	15,7	----	1	1,20 - 1,30	65	241,7	----	2
0,60 - 0,70	2	7,8	----	1					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DM-30 (55°)
 - M (massa battente) = 30,00 kg - H (altezza caduta) = 0,20 m - A (area punta) = 10,00 cm² - Ø (diam. punta) = 35,70 mm
 - Numero Colpi Punta N = N(10) [s = 10 - cm]
 - tipo rivestimento / lamina iniezione : S1

Stampa: 28/11/2012 14:55:55

Elaborazione: VILLORENTI/PAV TAVOLE DIN - 2013 - 3447160144

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN. 2

- committente : ROGEST srl
 - lavoro : PEC in zona TC3a-TC5b
 - località : Cuneo
 - note :

- data : 28/11/2012
 - quota mano : 573
 - prof. foglio : Foglio non rilevato
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi/p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi/r) asta	Prof.(m)	N(colpi/p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi/r) asta
0,10 - 0,10	2	7,8	—	0,60 - 0,70	3	11,7	—
0,10 - 0,20	1	3,8	—	0,70 - 0,80	3	11,7	—
0,20 - 0,30	3	11,7	—	0,80 - 0,90	2	7,4	—
0,30 - 0,40	4	15,7	—	0,90 - 1,00	25	93,9	—
0,40 - 0,50	8	23,5	—	1,00 - 1,10	18	66,9	—
0,50 - 0,60	4	15,7	—	1,10 - 1,20	65	241,7	—

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DM-33 (50°)

- M (massa batente) = 10,00 kg - H (altezza caduta) = 0,30 m - A (area punta) = 10,00 cm² - D (diam. punta) = 35,70 mm- Numero Colpi/Punta N = N(10) [$\beta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi in espone : SI

Scheda di rilevamento

P.L. 029/0018/00001 - Via Vercelli 101/105 - 12011 - CUNEO - 0171/261346 - 0171/261344

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente: RIDGEST srl
 - lavoro: FEO in zona TCIa-TCNb
 - località: Cuneo
 - data:

- data: 26/10/12
 - quota inizio: SPJ
 - prof. fondo: Fonda non rilevata.
 - pagina: 1

Prof.(m)	N(colpi/p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi/r) zona	Prof.(m)	N(colpi/p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi/r) zona
0,00 - 0,10	3	11,7	—	1,80 - 1,90	32	113,4	—
0,10 - 0,20	3	11,7	—	1,90 - 2,00	45	159,4	—
0,20 - 0,30	5	19,6	—	2,00 - 2,10	28	99,2	—
0,30 - 0,40	16	62,6	—	2,10 - 2,20	29	102,8	—
0,40 - 0,50	20	73,3	—	2,20 - 2,30	20	70,9	—
0,50 - 0,60	12	47,0	—	2,30 - 2,40	23	81,9	—
0,60 - 0,70	10	39,1	—	2,40 - 2,50	20	70,9	—
0,70 - 0,80	17	66,9	—	2,50 - 2,60	22	78,0	—
0,80 - 0,90	48	178,5	—	2,60 - 2,70	22	78,0	—
0,90 - 1,00	47	174,6	—	2,70 - 2,80	32	113,4	—
1,00 - 1,10	27	100,4	—	2,80 - 2,90	25	84,6	—
1,10 - 1,20	34	126,4	—	2,90 - 3,00	38	128,6	—
1,20 - 1,30	26	86,7	—	3,00 - 3,10	43	145,5	—
1,30 - 1,40	35	130,2	—	3,10 - 3,20	35	118,4	—
1,40 - 1,50	24	89,3	—	3,20 - 3,30	41	136,7	—
1,50 - 1,60	30	111,6	—	3,30 - 3,40	42	142,1	—
1,60 - 1,70	26	96,7	—	3,40 - 3,50	65	218,9	—
1,70 - 1,80	24	89,3	—				

- PENETROMETRO DINAMICO (pe) DM-30 (60°)

- M (massa battente) = 30,00 kg - H (altezza caduta) = 0,30 m

- Numero Colpi/Punta N = N(10) [a = 10 cm]

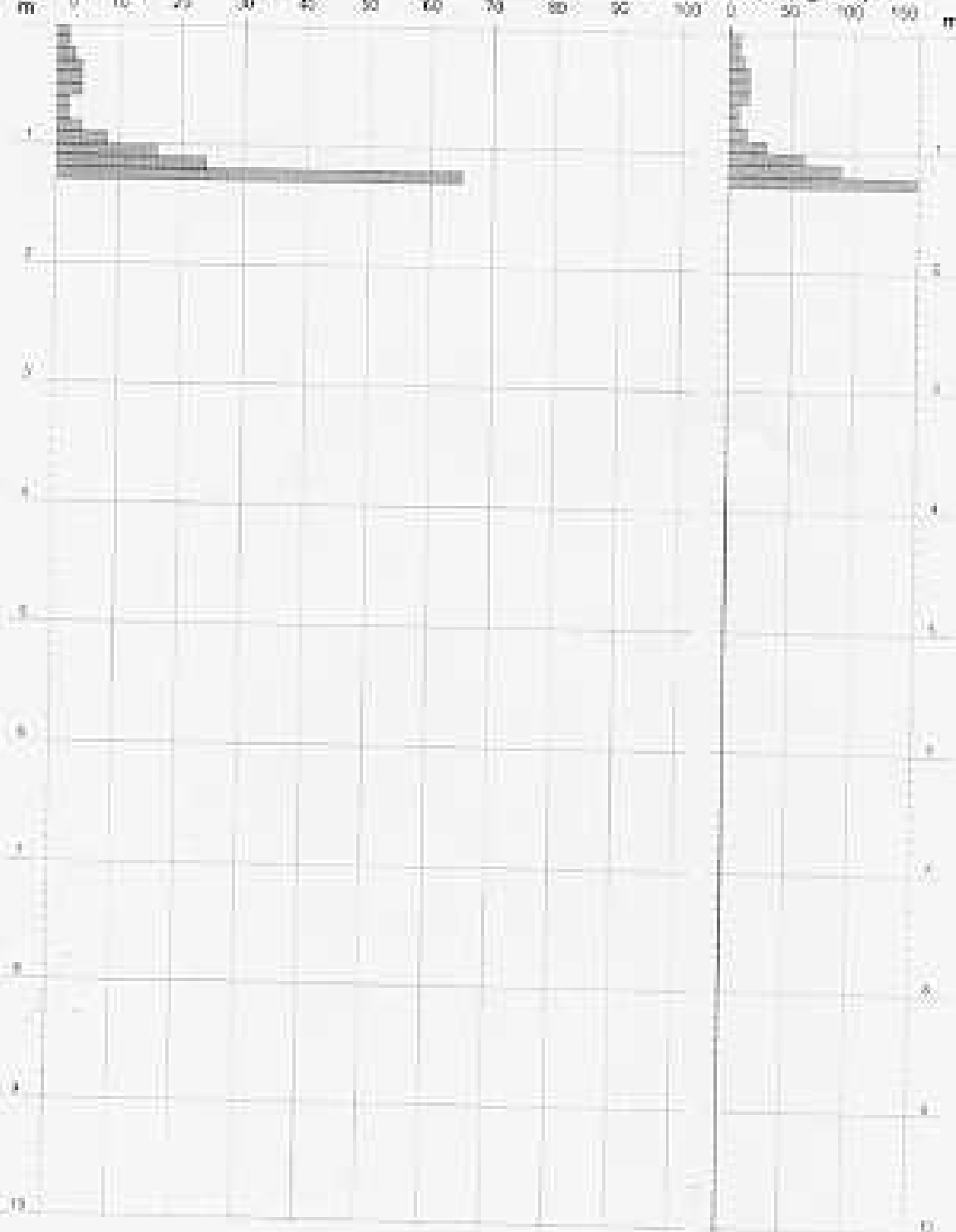
- A (area punta) = 10,00 cm² - D (diam. punta) = 35,76 mm

- Usa rivestimento / fanghi reazione: 1/91

Scheda di lavoro - 1/2012

P. LOMBARDI & C. S.p.A. - Via Mazzini 10 - 10121 - TORINO - Italia

0		10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
<p> </p>																					



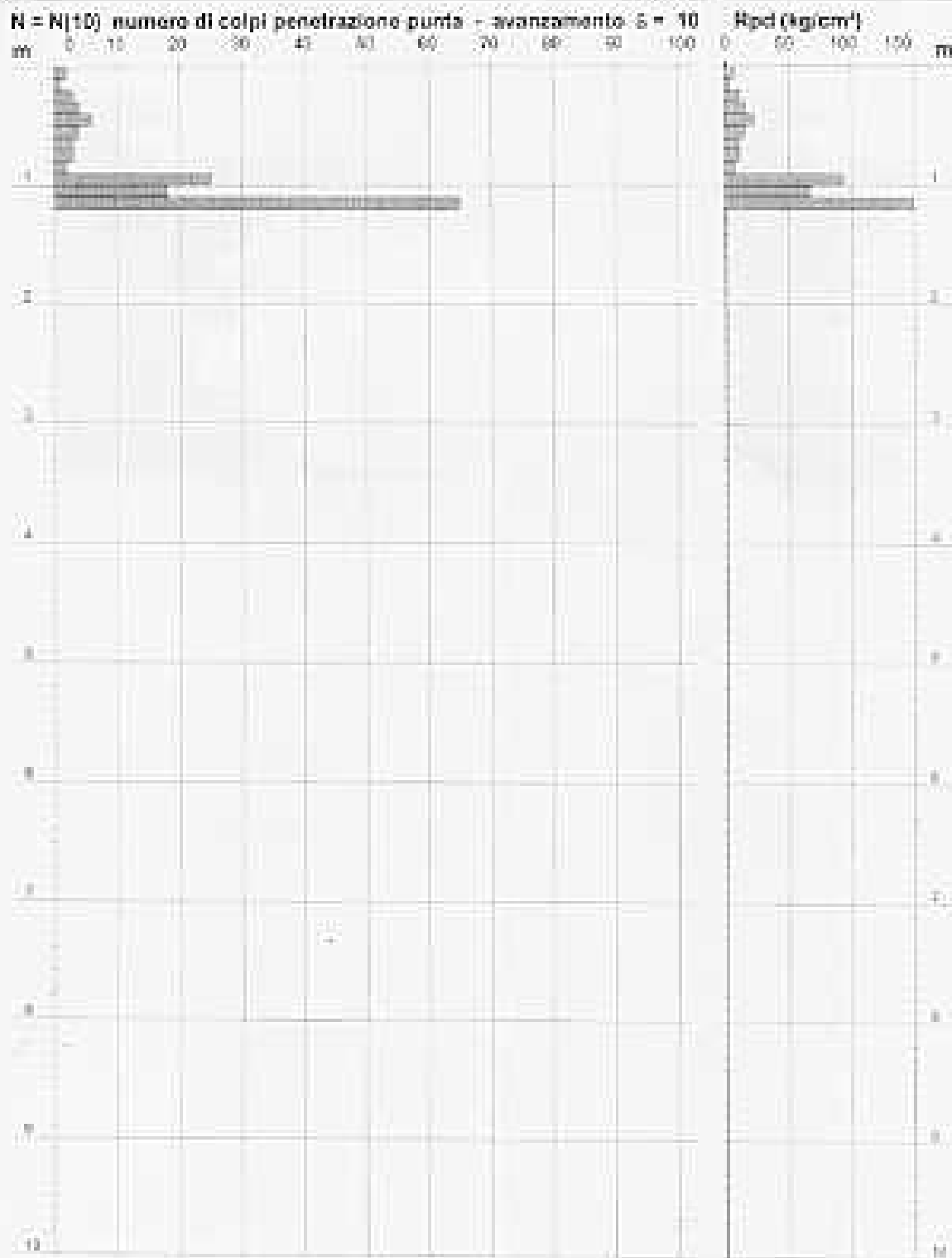
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1:50

- contributo: ROGEST srl
 - lavoro: P.E.C. in zona TC3a-TC5b
 - località: Cuneo
 - note:

- data: 28/11/2012
 - quota inizio: 573
 - prof. fondo: Falda non rilevata
 - pagina: 1



```
- data: 28/11/2012
- query info: 673
- pool table: Faltan con nro.333
- fecha: 1
```

Red (Kalam's)



-data:	
-quadra mura:	873
-prof. fondo:	Faldia non rilevata
-segnala:	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VGA	μ	Nsgt
			M	min	Max	%Minimo	s ²	Stk	Msd			
1	0,00 - 1,00	N	3,0	2	8	2,8	1,2	1,7	5,3	4	0,77	3
		Rpd	13,5	8	30	10,6	0,8	6,7	20,2	15		
2	1,00 - 1,30	N	35,0	16	45	25,5	—	—	—	35	0,77	27
		Rpd	130,2	60	242	94,6	—	—	—	130		

p. Coeficiente de correlação = 0,91. Deixa BP? (valor teórico $p_1 = 0,77$) Não? (valor observado $p_2 = 0,13$)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente: ROBEST srl
 - lavoro: REC in zona TC3a-TC5b
 - località: Cuneo
 - data: -

- data: -
 - quota inizio: 573
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - pagina: 1

n°	Prof (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	γ_{sat}	γ_d	Cu	γ_{sat}	W	e
1	0.00 - 1.00	Terriccio arg. sabbia-ghiaie e ciottoli	1	11.3	27.2	214	1.66	1.38	0.19	1.38	44	1.134
2	1.00 - 1.30		27	60.5	38.1	399	2.03	1.66	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $p_s = 30$ cm)

DR % = densità relativa $\sigma'(\gamma')$ = angolo di attrito efficace
 $e(\gamma)$ = indice dei vuoti Cu (kg/cm³) = coesione non drenata

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenata W% = contenuto d'acqua
 γ_{sat} , γ_d (gm/cm³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN. 2

- cliente: ROGEST srl
 - lavoro: PEC in zona TC3a-TC5b
 - località: Cuneo
 - note:

- data:
 - quote in m: 573
 - prof. fondo: Falda non rilevata
 - pagine: 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	N _{SPT}
			M	min	Max	%M (mm)	s	St-s	Max			
1	0.00 - 0.99	N	3.7	1	8	0.1	1.5	1.7	4.6	3	0.37	1
		R _{pd}	12.1	4	24	8.0	5.7	6.5	17.9	12		
2	0.99 - 1.20	N	26.0	15	46	27.0	—	—	—	36	0.37	21
		R _{pd}	132.0	67	242	100.4	—	—	—	154		

M: valore medio; min: valore minimo; Max: valore massimo; s: scarto quadratico medio

N: numero colpi per la prova penetrometrica dinamica (avanzamento $z = 10 \text{ cm}$); R_{pd}: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²) β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 0.77$); N_{SPT}: numero colpi prova SPT (avanzamento $z = 10 \text{ cm}$)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- campagna boreale : ROGEEST srl
 - lavoro : REC in zona TCDa-TC5a
 - località : Cuneo
 - note :

- data :
 - quota inizio : 573
 - prof. fondo : Faldato non rilevata
 - pagina : 3

n°	Prof. (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	γ_{sat}	γ_d	C_u	γ_{sat}	W	μ
1	0.00 - 0.80	Tenere di sponda	7	3.6	26.0	207	1.85	1.38	0.13	1.35	87	1.264
2	0.80 - 1.25	Ghiaie e sabbie	25	62.0	35.5	807	2.04	1.87	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\lambda_s = 30$ cm)

DR % = densità relativa $\sigma' (t)$ = angolo di attrito efficace

$\sigma' (t)$ = indice dei valori C_u (kg/cm²) = coesione non drenata

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenata W % = contenuto d'acqua

γ_{sat} , γ_d (t/m³) = peso di saturazione e secco (rispettivamente) del terreno

γ_{sat} , γ_d (t/m³) = peso di saturazione e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente: ROGEST srl
 - lavoro: PEC in zona TC3a-TC5b
 - località: Cuneo
 - note:

- data: _____
 - quota inizio: 573
 - prof. fondo: Falso non rilevato
 - pagina: 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	ρ	N ₆₀
			N	min	Max	15(M-min)	s	M-s	M+s			
1	0,00 - 0,30	N	17	3	5	3,3	—	—	—	3	0,77	3
		Rpd	14,3	12	20	11,0	—	—	—	10		
2	0,30 - 1,50	N	29,0	10	65	20,0	11,8	18,1	41,8	30	0,77	29
		Rpd	107,3	39	220	73,2	40,0	67,3	147,3	109		

M: valore medio; min: valore minimo; Max: valore massimo; s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi/Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\rho = 10 \text{ cm}$) Rpd: resistenza dinamica a punta (kg/cm^2) ρ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\rho = 0,77$) N₆₀: numero colpi prova SPT (avanzamento $\rho = 10 \text{ cm}$)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente: ROGEST srl
 - lavoro: REC in zona TC3a-TC5b
 - località: Cuneo
 - note:

- data:
 - quota inizio: 573
 - prof. fondo: Finita, non rilevata
 - pagina: 1

n°	Prof (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				QR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	a
1	0.00 - 0.30	Tenace di argilla	8	11.3	27.2	214	1.00	1.00	0.00	1.00	44	1.104
2	0.30 - 1.50	Granaie e sabbie	25	54.5	25.6	380	2.01	1.00	—	—	—	—

Topo: numero di colpi prova SPT (ammaccatore $\phi = 30$ cm)

QR (%) = densità relativa - $\sigma' (t)$ = acqua di oltre affluire

a (t) = indice dei vuoti - Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione elastica - W% = contenuto d'acqua

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente del terreno)