



Comune di Monza

PIANO ATTUATIVO in variante: intervento di edilizia libera e E.R.P. in via Cantaluppo e via I. Nievo

Lottizzanti: Sig. Arosio
FRATREM S.n.c.

ALLEGATO 11
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

COMUNE DI MONZA

**COMMITTENTI:
FRATREM s.n.c.
F. LLI AROSIO**

**INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA REALIZZAZIONE DI
NUOVI EDIFICI RESIDENZIALI SITI IN VIA I. NIEVO/VIA
CANTALUPO s.n.c. IN MONZA, AREE INDIVIDUATE
AI MAPPALI 114, 115, 118 E 257 DEL FOGLIO 65**



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

PREMESSA

A seguito dei colloqui intercorsi con la Committenza – FRATREM s.n.c., piazza Aldo Moro 2, Carugate (MI) e F. LLI AROSIO c/o Arosio Fabio, via Modigliani 24, Monza (MB), è stata effettuata una indagine geognostica nel comune di Monza, via I. Nievo/via Cantalupo s.n.c., mappali 114, 115, 118 e 257 del Foglio 65, ove è prevista la realizzazione di nuovi edifici residenziali con relativo piano interrato.

Lo scopo dell'indagine è quello di verificare la natura dei terreni di fondazione della struttura in progetto ed effettuare una caratterizzazione geotecnica degli stessi per una stima dei valori di capacità portante riferita anche ai cedimenti, e di inquadrare il contesto geologico e geomorfologico in cui sarà inserita l'opera in progetto.

L'indagine si è svolta in ottemperanza alle normative di legge in materia (D.M. 14.01.2008) e secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle raccomandazioni A.G.I. (1977): le recenti disposizioni in materia di Norme Tecniche per le Costruzioni rendono definitivamente obbligatorio il metodo di calcolo agli stati limite (D.M. 14.01.2008), fatta eccezione per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II (vedi più avanti il paragrafo "Determinazione dell'azione sismica di progetto"), limitatamente a siti ricadenti in Zona 4 (cap. 2.7 del D.M. citato) per le quali è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili per le opere ed i sistemi geotecnici (verifiche da eseguire secondo il D.M. 11.03.1988), mentre la definizione delle azioni sismiche può essere effettuata secondo il D.M. 16.01.1996, assumendo un grado di sismicità S pari a 5.

Inoltre, secondo quanto riportato nella D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008 (*"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. n11 marzo 2005 n.12"*), in caso di applicazione del D.M 16.01.1996, *"si dovranno necessariamente considerare le specifiche di sismicità media (S=9) per i comuni in zona 2 e di sismicità bassa (S=6) per i comuni sia in zona 3 che in zona 4"*.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono state effettuate n. 8 prove penetrometriche dinamiche (S.C.P.T.) con attrezzatura standard. Si è tenuto conto inoltre di precedenti n. 6 prove penetrometriche effettuate nell'area dei mappali 114, 115 e 257 dallo scrivente nel luglio 2008.

E' stato effettuato inoltre un rilievo geologico e geomorfologico di un intorno significativo dell'area.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le aree in esame sono situate a est del centro abitato di Monza, in una zona di pianura di origine fluvio-glaciale, collegata geneticamente all'anfiteatro morenico pleistocenico del lago di Como.

La zona è caratterizzata, a grande scala, da diversi ordini di terrazzi di genesi fluvio-glaciale costituitisi e sviluppatisi durante le diverse fasi glaciali quaternarie (Wurm, Riss, Mindel, dalla più recente alla più antica) e postglaciali oloceniche.

In particolare le aree in oggetto sono impostate sul terrazzo noto in letteratura come "Diluvium Recente", derivato dall'evento glaciale wurmiano (Pleistocene Sup.), ma sono anche presenti, a breve distanza in direzione ovest, i depositi ed i terrazzi, più recenti, di origine fluvio-glaciale, conosciuti in letteratura come "Alluvium Antico", ascrivibili alla fase postglaciale olocenica.

I depositi appartenenti al "Diluvium Recente" sono composti da un esteso terrazzo che costituisce il livello fondamentale della pianura, formato però in profondità anche da depositi fluvio-glaciali appartenenti a glaciazioni precedenti, localmente inciso e rielaborato dai maggiori corsi d'acqua attualmente presenti.

Il rilevamento di campagna eseguito ha permesso di ipotizzare, in assenza di un sondaggio a carotaggio continuo, confermando i dati già noti in letteratura, grazie anche all'ausilio delle 8 prove penetrometriche eseguite per una profondità massima di metri 10.50 dal p.c. (vedi diagrammi allegati), le litologie di seguito esposte, tenuto conto anche di precedenti n. 6 prove penetrometriche effettuate nell'area dei mappali 114, 115 e 257 dallo scrivente nel luglio 2008.

I depositi della zona in esame sono caratterizzati da una marcata eterogeneità e sono costituiti prevalentemente da sedimenti fluviali.

Vi è un livello superficiale di discreto spessore, circa 0.60 metri, di terreno agrario prevalentemente fine, rimaneggiato, scarsamente addensato: si fa però presente che vi potrebbero essere punti in cui tale materiale potrebbe risultare anche maggiore di quanto stimato con le prove penetrometriche.

Da quota -0.60 m circa a -3.50 m circa si ha uno strato di ghiaie sabbioso-limose, inglobanti livelli pluridecimetrici di sabbie, nell'insieme scarsamente addensate, anche se nell'area del mappale 118 tale orizzonte può risultare localmente ben addensato. A tale livello seguono, fino alla fine delle profondità investigate, limi sabbiosi debolmente ghiaiosi, inglobanti livelli discontinui di ordine pluridecimetrico di ghiaie e sabbie, localmente prevalenti e parzialmente cementate e ben addensate, come nella prova n. 10 e n. 12, ma nell'insieme scarsamente addensati, come nella prova n. 1, n. 2, n. 3, n. 7, n. 9 e n. 14. Le prove si interrompono per la probabile presenza di un orizzonte di conglomerato poligenico medio-grossolano, parzialmente cementato ("Ceppo"), individuato nella zona di indagine già a partire da una profondità di -3.00 m circa (prova n. 11 e n. 13), probabilmente in lenti. In effetti le stratigrafie dei pozzi comunali circostanti l'area di intervento confermano la presenza di banchi conglomeratici e di ghiaie e sabbie, parzialmente cementate, al di sotto delle profondità raggiunte dalle prove penetrometriche effettuate, per parecchi metri.

I ciottoli, di dimensione anche decimetrica, ma più frequentemente centimetrica, sono di composizione prevalentemente cristallina e dotati, in genere, di un buon grado di arrotondamento e sfericità, e presentano un discreto grado di alterazione dovuto all'azione degli agenti meteorici.

I depositi in questione possono inoltre presentare, come evidenziato tra l'altro nell'esecuzione della prova penetrometrica n. 1, n. 2 e n. 14, in un contesto di globale buona stabilità, locali fenomeni detti "occhi pollini" o "nespolini": si tratta di cavità, spesso riempite di materiale limoso-argilloso tenero, casualmente disposti nel volume dello strato, dalle dimensioni variabili da pochi dm a molti metri. La genesi delle cavità sembra da attribuire allo scioglimento di blocchi di ghiaccio originariamente inglobati nell'ammasso ghiaioso. Se talvolta le cavità tendono a disporsi presso un medesimo piano orizzontale, ciò non esclude che se ne possano anche trovare a quote sensibilmente diverse.

I depositi appartenenti alle unità più recenti sono simili litologicamente ai precedenti, ma presentano una minore frazione argillosa della matrice derivante da una minore alterazione dei clasti.

La genesi di questi depositi è legata al divagare meandriforme degli innumerevoli corsi d'acqua che, in epoca pleistocenica, e, successivamente olocenica, si dipartivano dalle lingue glaciali sempre più in fase di ritiro provenienti dal Triangolo Lariano.

I livelli a ghiaia prevalente, centimetrica e anche decimetrica, testimonianza inequivocabile di una energica dinamica fluviale, potrebbero rappresentare dei paleoalvei, forse dello stesso fiume Lambro, attualmente distante in direzione ovest: recenti studi lasciano supporre l'esistenza di una sua direttrice sepolta secondo l'asse Giussano-Seregno. Gli episodi di sedimentazione più fine, caratteristici di una dinamica fluviale più blanda, testimonierebbero l'effettivo carattere meandriforme dei corsi d'acqua che solcavano in epoca storica la pianura.

GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

L'area in esame è contraddistinta da una morfologia tipicamente subpianeggiante, con una pendenza verso sud dell'ordine del 3-4 per mille, risulta stabile e non interessata da fenomeni geomorfici in atto.

Le originarie blande scarpate, di ordine metrico, che sottolineavano poco più a ovest il passaggio tra terrazzi di età diversa, sono state quasi del tutto obliterate dalla marcata antropizzazione del sito.

La circolazione idrica sotterranea della zona in oggetto ricalca grossomodo l'assetto idrogeologico dell'area nord milanese, ed è caratterizzata da un sistema di falde sovrapposte poste a differenti quote dal piano campagna, separate da livelli a spessore variabile di orizzonti prevalentemente argillosi. Tuttavia le falde acquifere più profonde, di tipo artesiano, possono essere talvolta in comunicazione (anche per interventi antropici non sempre corretti, quali ad esempio la non corretta esecuzione di pozzi per acqua) con quella più superficiale, di tipo freatico e non pare risentire degli apporti irrigui operati nelle aree a nord di quella considerata nella stagione primaverile-estiva.

I dati in nostro possesso, gentilmente forniti dalla Provincia di Milano-Assessorato all'Ambiente-Settore Ecologia-U.O. Tecnica Progetti Speciali, indicano, negli ultimi anni, una decisa tendenza all'innalzamento della falda più superficiale, che si è venuta a portare a profondità più vicine alla superficie topografica che non in passato: attualmente è presente ad una quota di circa -28.00 m dal p.c., ed è soggetta, come specificato in seguito, a discrete variazioni stagionali, mantenendo un'escursione annua generalmente inferiore ai due metri

In effetti i dati dei pozzi circostanti l'area in questione, indicano, per gli ultimi anni, una marcata, costante risalita dei valori di soggiacenza, fattore, questo, comune a tutta l'area nord del milanese. Tali valori si attestano mediamente, per quanto riguarda gli ultimi anni, ad una quota di -28.00 m dal piano campagna.

E' comunque possibile individuare, con una certa continuità, un livello di minima soggiacenza (circa -27.00 m dal p.c.) attorno al mese di novembre, dicembre e gennaio, ed un livello di massima soggiacenza nei mesi di maggio e giugno (circa -29.00 m dal p.c.).

Le prove penetrometriche hanno inoltre individuato la probabile presenza di una modesta falda superficiale, legata presumibilmente all'andamento delle precipitazioni meteoriche e sostenuta dall'orizzonte di natura presumibilmente conglomeratica, presente ad una profondità di -8.00 m circa.

NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sono state eseguite n.° 8 prove penetrometriche dinamiche standard (S.C.P.T.), spinte, fino a rifiuto, ad una profondità massima di circa -10.50 m dal p.c. nella zona riguardante la struttura in progetto, e si è tenuto conto inoltre di precedenti n. 6 prove penetrometriche effettuate nell'area dei mappali 114, 115 e 257 dallo scrivente nel luglio 2008.

Le prove penetrometriche risultano globalmente correlabili tra loro e appaiono sufficientemente rappresentative dei terreni presenti nella zona.

Assumendo come quota di riferimento il p.c. della prova penetrometrica n. 1 e n. 9, la successione stratigrafica dei terreni può essere ipotizzata e schematizzata come segue:

- Fino ad una profondità di circa -0.60 m è presente terreno agrario prevalentemente fine, rimaneggiato. Tale strato potrebbe possedere localmente uno spessore superiore. Tali terreni risultano poco consistenti e con caratteristiche geotecniche scadenti.

- Da quota -0.60 m circa a -3.50 m circa si ha uno strato di ghiaie sabbioso-limose, inglobanti livelli pluridecimetrici di sabbie, nell'insieme scarsamente addensate, anche se nell'area del mappale 118 tale orizzonte può risultare localmente ben addensato, che presentano mediocri caratteristiche geotecniche.

A tale livello si possono assegnare le seguenti caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$	peso unitario del terreno
$c = 0 \text{ Kpa}$	coesione non drenata
$D_r = 35\%$	densità relativa (da Nspt)
$\Phi = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio

- Da -3.50 m circa fino alla fine delle profondità investigate si ha un livello a limi sabbiosi debolmente ghiaiosi, inglobanti livelli discontinui di ordine pluridecimetrico di ghiaie e sabbie, localmente prevalenti e parzialmente cementate e ben addensate, come nella prova n. 10 e n. 12, ma nell'insieme scarsamente addensati, come nella prova n. 1, n. 2, n. 3, n. 7, n. 9 e n. 14, che presentano nell'insieme mediocri caratteristiche geotecniche.

A tale livello, che è quello ad essere interessato dalle opere fondazionali della struttura in progetto, si possono assegnare cautelativamente, tenendo conto soprattutto delle prove più scadenti, le seguenti caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$	peso unitario del terreno
$c = 0 \text{ Kpa}$	coesione non drenata
$D_r = 31\%$	densità relativa (da N_{spt})
$\Phi = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio

I depositi in questione possono inoltre presentare, come evidenziato tra l'altro nell'esecuzione della prova penetrometrica n. 1, n. 2 e n. 14, in un contesto di globale buona stabilità, locali fenomeni detti "occhi pollini" o "nespolini": si tratta di cavità, spesso riempite di materiale limoso-argilloso tenero, casualmente disposti nel volume dello strato, dalle dimensioni variabili da pochi dm a molti metri. La genesi delle cavità sembra da attribuire allo scioglimento di blocchi di ghiaccio originariamente inglobati nell'ammasso ghiaioso. Se talvolta le cavità tendono a disporsi presso un medesimo piano orizzontale, ciò non esclude che se ne possano anche trovare a quote sensibilmente diverse.

Le prove si interrompono per la probabile presenza di un orizzonte di conglomerato poligenico medio-grossolano, parzialmente cementato ("Ceppo"), individuato nella zona di indagine già a partire da una profondità di -3.00 m circa (prova n. 11 e n. 13), probabilmente in lenti. In effetti le stratigrafie dei pozzi comunali circostanti l'area di intervento confermano la presenza di banchi conglomeratici e di ghiaie e sabbie, parzialmente cementate, al di sotto delle profondità raggiunte dalle prove penetrometriche effettuate, per parecchi metri.

Per quanto concerne le modalità di scavo, si fa presente che è indispensabile realizzare, prima di iniziare il movimento terra, una serie continua di opere provvisorie di sostegno dei terreni adiacenti lungo l'intero perimetro dello scavo ove si evidenzia una critica vicinanza di edifici, strade e proprietà confinanti, raccomandando comunque vivamente la massima celerità nelle operazioni di scavo e la conseguente massima tempestività nella posa in opera delle fondazioni.

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Premessa

A seguito dell'emanazione dell' O.P.C.M. 3274/2003, il territorio nazionale è stato assoggettato ad una nuova classificazione sismica che in parte utilizza e aggiorna la classificazione sismica proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale. La nuova classificazione è articolata in 4 zone: le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), mentre la zona 4 è di nuova introduzione (essa di fatto identifica tutti i comuni precedentemente non classificati).

In ottemperanza all'art. 2 della OPCM 3274 e s.m.i. e secondo quanto disposto dal D.Lgs n. 112/1988 che attribuiva alle Regioni la competenza di classificare il territorio secondo criteri generali, la Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha provveduto ad aggiornare i propri elenchi delle zone sismiche.

Secondo tale classificazione, riportata in figura 1, il territorio comunale di Monza (entro il quale è prevista la realizzazione delle opere in oggetto) appartiene alla **zona sismica 4**.

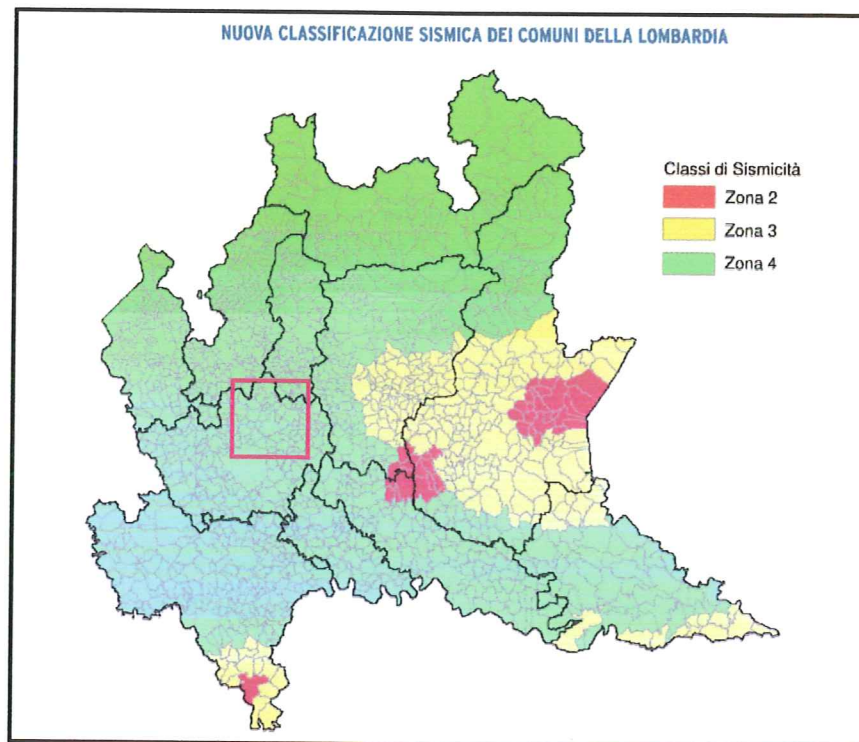


Figura 1: Classificazione sismica dei comuni della Lombardia in seguito all'Ordinanza 3274/2003 (D.G.R. n. 7/14964 del 7 novembre 2003).

Le recenti disposizioni in materia di Norme Tecniche per le Costruzioni rendono definitivamente obbligatorio il metodo di calcolo agli stati limite (D.M. 14.01.2008), fatta eccezione per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4 (cap. 2.7 del D.M. citato) per le quali è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili per le opere ed i sistemi geotecnici (verifiche da eseguire secondo il D.M. 11.03.1988), mentre la definizione delle azioni sismiche può essere effettuata secondo il D.M. 16.01.1996, assumendo un grado di sismicità S pari a 5.

Inoltre, secondo quanto riportato nella D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008 ("Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. n.11 marzo 2005 n.12"), in caso di applicazione del D.M. 16.01.1996, "si dovranno necessariamente considerare le specifiche di sismicità media ($S=9$) per i comuni in zona 2 e di sismicità bassa ($S=6$) per i comuni sia in zona 3 che in zona 4".

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tipi di costruzione (D.M. 14.01.2008)

<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Classi d'uso (D.M. 14.01.2008)

Spettro di risposta elastico dell'area in oggetto

La determinazione dell'azione sismica consiste nella costruzione di uno spettro di risposta elastico $S_p(T)$ che rappresenta il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto del suolo.

Considerata la tipologia, la classe d'uso degli edifici in progetto e la zona sismica di appartenenza, l'azione sismica è stata valutata secondo il D.M. 16.01.1996 (*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*), facendo in particolare riferimento ai capoversi B4, B5, B6 e C6.

Le ipotesi assunte nella definizione dello spettro di risposta elastico in accelerazione risultano:

- Grado di sismicità: **S= 6**;
- Coefficiente di intensità sismica **C=(S-2)/100=0.04**;
- Coefficiente di protezione sismica **I=1.0**;
- Coefficiente di fondazione **$\epsilon=1.0$** .

Il coefficiente ϵ previsto dal DM 96 rappresenta una sorta di fattore semplificato dell'amplificazione litologica (nel DM 2008 tale parametro sarà esplicitato nelle categorie di suolo di fondazione) e da normativa deve essere posto pari a 1.0 oppure pari a 1.3.

Il valore di 1.3 è associato a "depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significative superiori".

Sulla base delle caratteristiche geologiche, litologiche e geotecniche relative ai terreni che costituiscono l'area in esame, si può assumere ϵ pari a 1.0.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione si ottiene utilizzando la seguente formula

$$S_p(T) = C \cdot R \cdot I \cdot \epsilon$$

in cui R è funzione del periodo di vibrazione del modo di vibrare ed ha la seguente espressione:

$$R = 0.862/T_0^{2/3} \text{ per } T_0 > 0.8 \text{ s}$$
$$R = 1.0 \text{ per } T_0 \leq 0.8 \text{ s}$$

In figura 2 si riporta lo spettro di risposta elastico per la componente orizzontale in accelerazione (espresso come frazione di g) che identifica l'azione sismica sul piano fondazionale. Ciò consente di valutare l'azione sismica necessaria per una progettazione antisismica degli edifici così come disposto dal D.M. 14.01.2008.

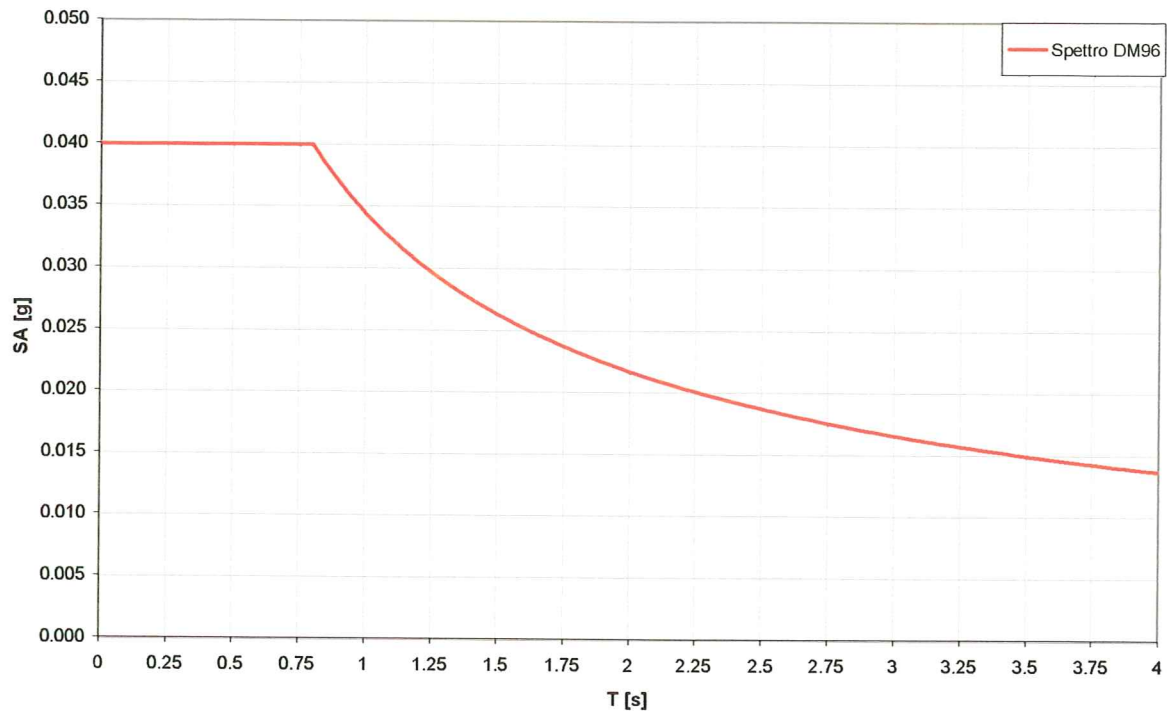


Figura 2: spettro di risposta elastico per l'area in esame – componente orizzontale.

CAPACITÀ PORTANTE - CEDIMENTI

Per il calcolo della Pressione ammissibile dei terreni granulari ($c = 0$, $\Phi > 0$), riferita alla resistenza al taglio, si utilizza la formula di **Brinch-Hansen (1970)**.

$$P_{lim} = 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q$$

$$P_{amm} = 1/F P_{lim} \quad F = 3 \text{ (D.M. 11/03/88)}$$

in cui:

- F** = fattore di sicurezza
 N_{γ} , N_q = fattori di capacità portante funzione di Φ
 $q = \gamma H$ = pressione in sforzi totali esistente nel terreno alla quota d'imposta della fondazione nei punti esterni all'area di carico
H = profondità del piano di imposta delle fondazioni
B = lato minore della fondazione
 s_{γ}, s_q = fattori di forma della fondazione
 d_{γ}, d_q = fattori funzione della profondità del piano di posa delle fondazioni

Si considera, secondo le indicazioni del progettista, un **piano di imposta delle fondazioni della struttura interrata pari a -3.80 m dal piano campagna**. Tenendo conto della quota di imposta delle fondazioni e della loro tipologia, si ottengono i seguenti valori di pressione ammissibile sul terreno:

- piano di imposta delle fondazioni a -3.80 m dal piano campagna

FONDAZIONI NASTRIFORMI

B = 1,50 m Pamm = 1,10 Kg/cm² = 108 KPa
B = 2,00 m Pamm = 1,20 Kg/cm² = 118 KPa

Tuttavia il criterio limitativo per il calcolo della capacità portante di un terreno è riferito ai cedimenti massimi verificabili.
L'entità dei cedimenti assoluti può essere stimata utilizzando il metodo di **Burland-Burbidge (1983)**:

$$s = f_s \cdot f_h \cdot f_t (q' - 2/3 \sigma'_{vo}) \cdot B^{0,7} \cdot I_c$$

in cui:

q' = pressione efficace lorda (KPa)
 σ'_{vo} = tensione verticale efficace alla quota d'imposta
 delle fondazioni (KPa)
Ic = indice di compressibilità, funzione di Nspt
f_s, f_h, f_t = fattori correttivi di forma.

Il calcolo viene condotto tenendo conto, cautelativamente, di cedimenti differiti nel tempo (30 anni).

Nel calcolo dei cedimenti è stato limitato, dove necessario, il valore della Pamm ottenuto più sopra, sia allo scopo di riportare entro limiti di tollerabilità l'entità dei cedimenti stessi, sia per le incertezze derivate da un'indagine geognostica necessariamente puntiforme.

A titolo indicativo vengono riportati di seguito i valori dei cedimenti massimi verificabili relativi alle rispettive geometrie di fondazione e Pamm calcolate.

Piano di imposta delle fondazioni: -3.80 m dal piano campagna

FONDAZIONI NASTRIFORMI

B = 1,50 m	Pamm = 0,90 Kg/cm² = 89 KPa	s = 20 mm
B = 2,00 m	Pamm = 0,90 Kg/cm² = 89 KPa	s = 24 mm

Considerate le penalizzanti caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, che da luogo, per le tipologie di fondazione e per i carichi considerati, a cedimenti massimi verificabili elevati, e la sua marcata eterogeneità litologica (si confrontino ad esempio la prova n. 1, n. 2, n. 7 e n. 14 con la prova n. 4, n. 5 e n. 13), che potrebbe dar luogo a cedimenti di tipo differenziale, si può ipotizzare di ricorrere ad una fondazione a platea.

Si evidenzia inoltre che nelle zone dei terreni di fondazione riguardanti le aree delle prove penetrometriche n. 1, n. 2, n. 3, n. 7, n. 8, n.10, n. 12 e n. 14 potrebbero rendersi necessari **locali interventi di bonifica litologica dei terreni di fondazione**, così come in altre zone dello scavo non indagate dall'indagine geognostica puntiforme, se verrà accertata in fase esecutiva l'esistenza di tasche di terreno con scarso grado di consistenza.

In tal caso la bonifica litologica deve essere realizzata mediante asportazione dei terreni poco consistenti per uno spessore massimo di 1 metro, che verranno sostituiti con opportuno materiale granulare grossolano, disposto in strati di circa 20/30 cm al massimo di spessore e successivamente accuratamente rullato e compattato. Si consiglia vivamente comunque, a operazioni di scavo concluse, una adeguata opera di vibro compattazione sull'intera superficie interessata dalle opere fondazionali prima della posa in opera delle stesse.

Si consiglia inoltre la massima cura nella posa in opera del magrone di sottofondo.

CONCLUSIONI

L'indagine geognostica effettuata ha permesso di ricostruire la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione riguardanti nuovi edifici residenziali in progetto nel comune di Monza in via I. Nievo/via Cantalupo s.n.c., mappali 114, 115, 118 e 257 del Foglio 65.

I terreni in esame risultano costituiti essenzialmente da depositi di origine fluviale e fluvioglaciale, dalla marcata eterogeneità litologica, quali sabbie, limi e ghiaie, con grado di addensamento variabile in funzione delle sequenze granulometriche presenti e scarsamente crescente con la profondità. Le prove si interrompono per la probabile presenza di un orizzonte di conglomerato poligenico medio-grossolano, parzialmente cementato ("Ceppo"), individuato nella zona di indagine già a partire da una profondità di -3.00 m circa (prova n. 11 e n. 13), probabilmente in lenti. In effetti le stratigrafie dei pozzi comunali circostanti l'area di intervento confermano la presenza di banchi conglomeratici e di ghiaie e sabbie, parzialmente cementate, al di sotto delle profondità raggiunte dalle prove penetrometriche effettuate, per parecchi metri.

Da un punto di vista geomorfologico l'area strettamente in esame risulta globalmente stabile.

Il livello piezometrico è attualmente presente a circa -28.00 metri dal piano campagna, ed è soggetto ad una discreta variazione.

Le prove penetrometriche hanno tuttavia individuato la probabile presenza di una modesta falda superficiale, legata presumibilmente all'andamento delle precipitazioni meteoriche e sostenuta dall'orizzonte di natura conglomeratica presente ad una profondità di -8.00 m circa.

E' stata condotta la verifica della capacità portante dei terreni e il calcolo dei cedimenti in funzione di diverse tipologie e geometrie di fondazione che potranno essere adottate nello studio progettuale.

Per quanto concerne le modalità di scavo, si fa presente che è indispensabile realizzare, prima di iniziare il movimento terra, una serie continua di opere provvisorie di sostegno dei terreni adiacenti lungo l'intero perimetro dello scavo ove si evidenzino una critica vicinanza di edifici, strade e proprietà confinanti, raccomandando comunque vivamente la massima celerità nelle operazioni di scavo e la conseguente massima tempestività nella posa in opera delle fondazioni.

Considerate le penalizzanti caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, che da luogo, per le tipologie di fondazione e per i carichi considerati, a cedimenti massimi verificabili elevati, e la sua marcata eterogeneità litologica (si confrontino ad esempio la prova n. 1, n. 2, n. 7 e n. 14 con la prova n. 4, n. 5 e n. 13), che potrebbe dar luogo a cedimenti di tipo differenziale, si può ipotizzare di ricorrere ad una fondazione a platea.

Si evidenzia inoltre che nelle zone dei terreni di fondazione riguardanti le aree delle prove penetrometriche n. 1, n. 2, n. 3, n. 7, n. 8, n.10, n. 12 e n. 14 potrebbero rendersi necessari **locali interventi di bonifica litologica dei terreni di fondazione**, così come in altre zone dello scavo non indagate dall'indagine geognostica puntiforme, se verrà accertata in fase esecutiva l'esistenza di tasche di terreno con scarso grado di consistenza.

Si raccomanda in fase esecutiva di verificare le ipotesi fatte nella presente indagine eseguita necessariamente per punti.

Si consiglia inoltre di porre particolare cautela nelle operazioni di scavo e di edificazione relative alla struttura interrata.

Si raccomanda inoltre la massima cautela nell'esecuzione di movimenti terra, al fine di ottenere fronti di scavo con inclinazioni compatibili con la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni, e comunque con un'inclinazione non superiore ai 30 gradi, inclinazione da non superarsi neanche temporaneamente. I fronti di scavo dovranno inoltre essere adeguatamente coperti con teloni impermeabili opportunamente fissati a monte, e si dovrà avere cura di non sovraccaricare il ciglio degli scavi stessi, ad esempio con il deposito di materiali.

Lo scrivente rimane a disposizione nella fase esecutiva.

Dott. Geol. Graziano Criniti



Milano, 13 novembre 2012

Dott. GRAZIANO CRINITI

GEOLOGO

Iscrizione Albo n. 905

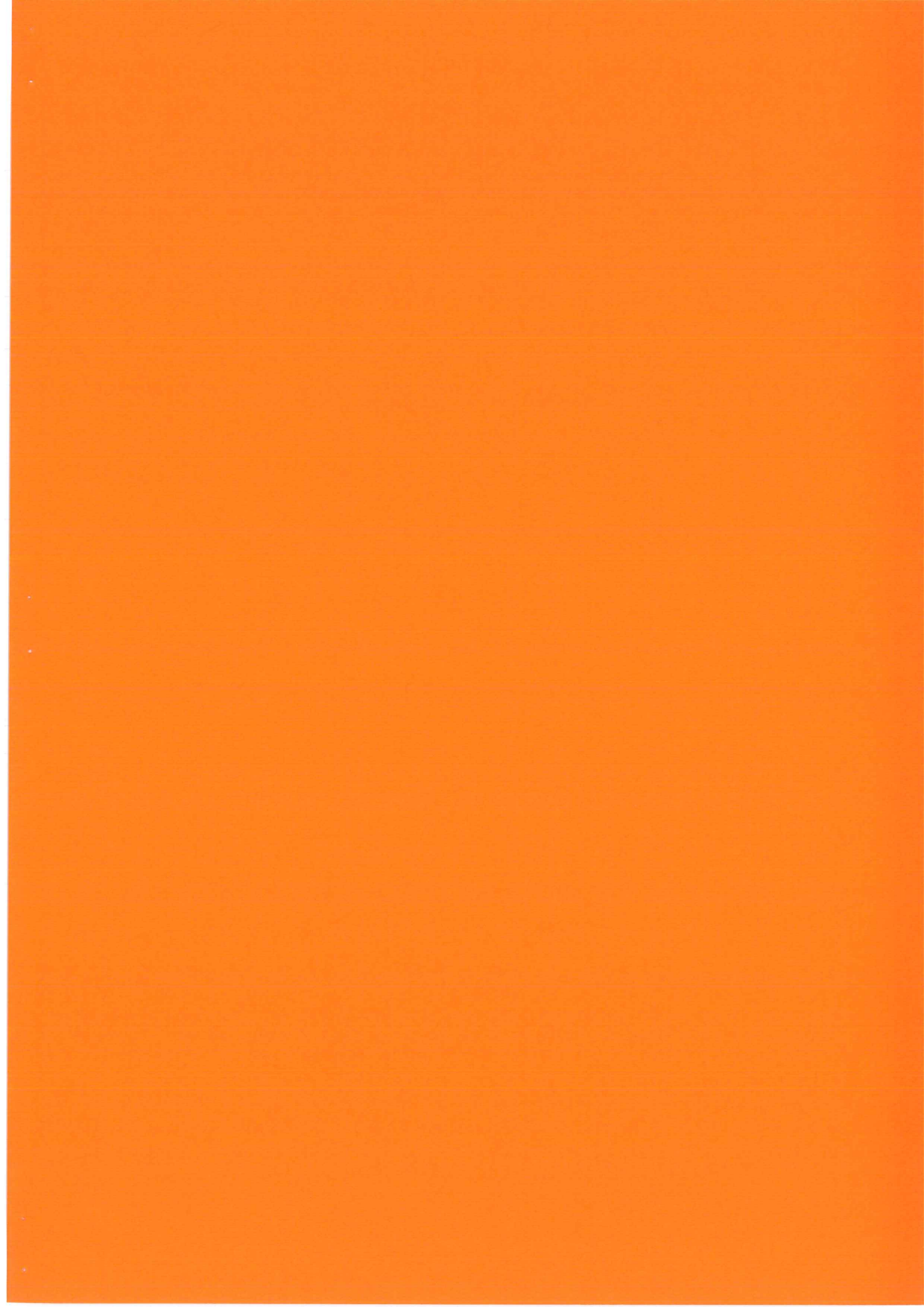
ALLEGATI

Via Del Ricordo 10 - 20128 Milano MI
Tel. Fax 022593903 347/4632994 E-mail criniti.geologo@alice.it
C.F. CRNGZN70M03F205T

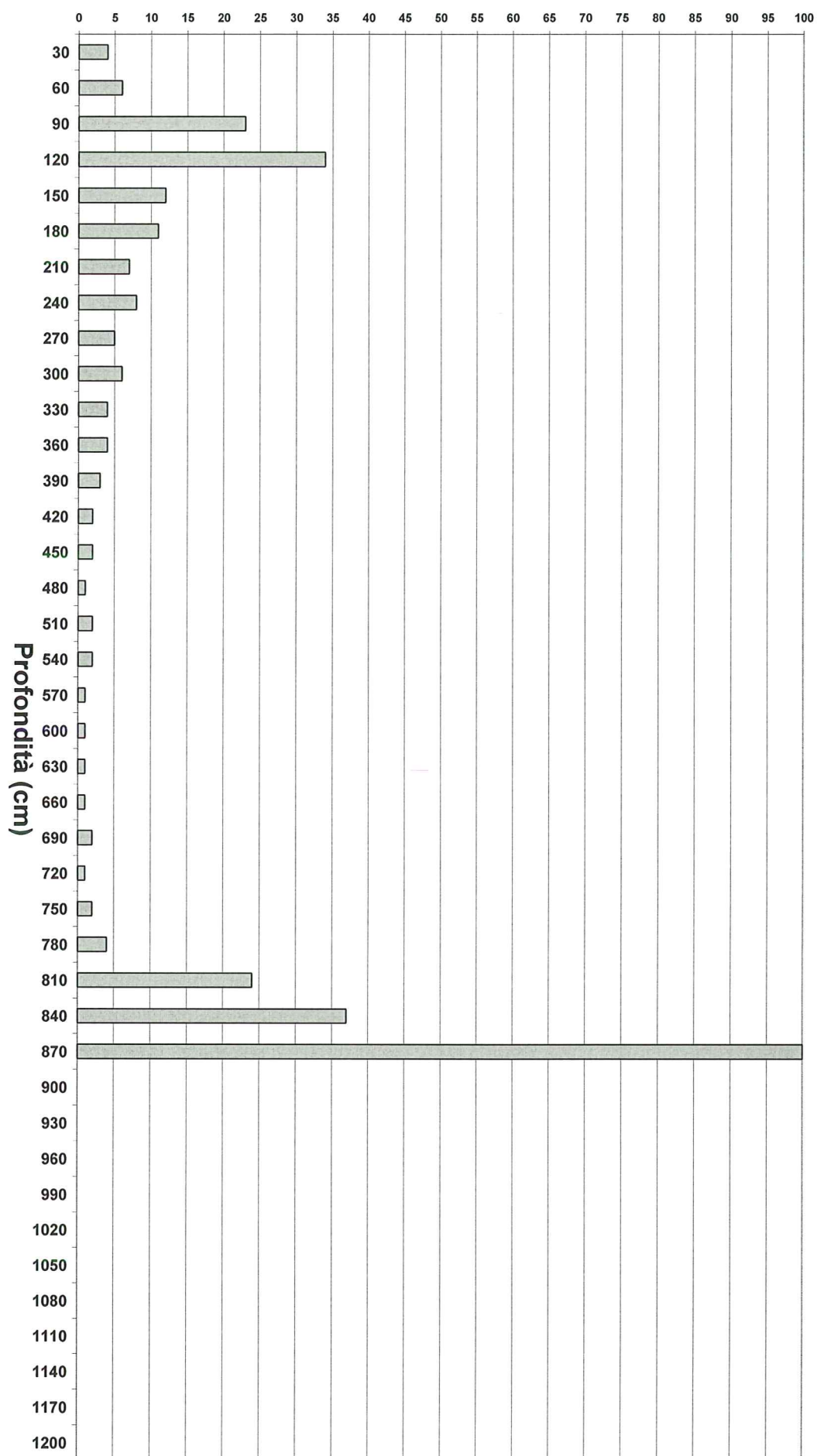


P1 ● Prove penetrometriche effettuate nel luglio 2008
P7 ● Prove penetrometriche effettuate nel novembre 2012

Dott. Geol. Graziano Criniti
Via del Ricordo 10
20128 Milano

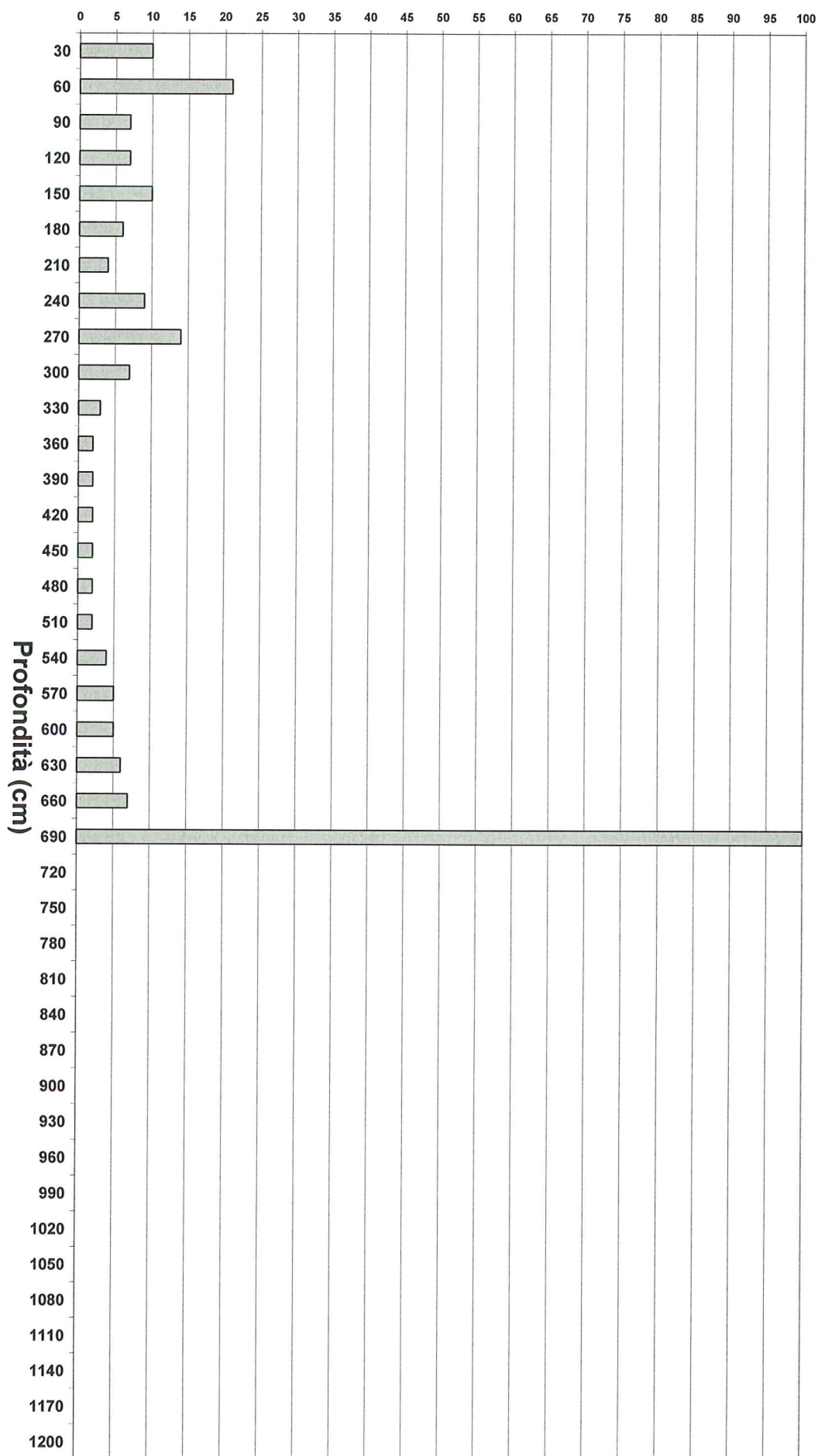


Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



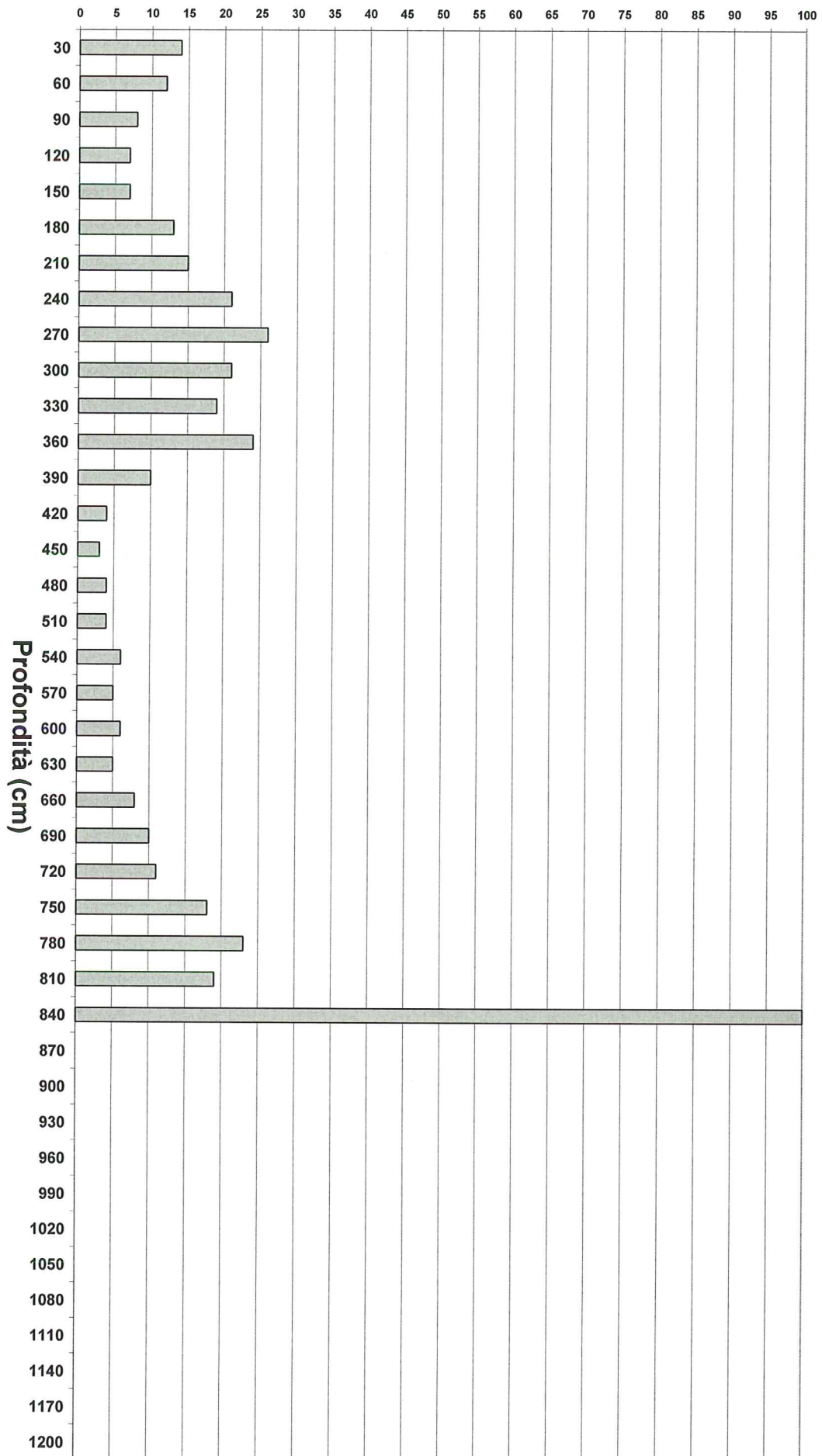
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°1
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



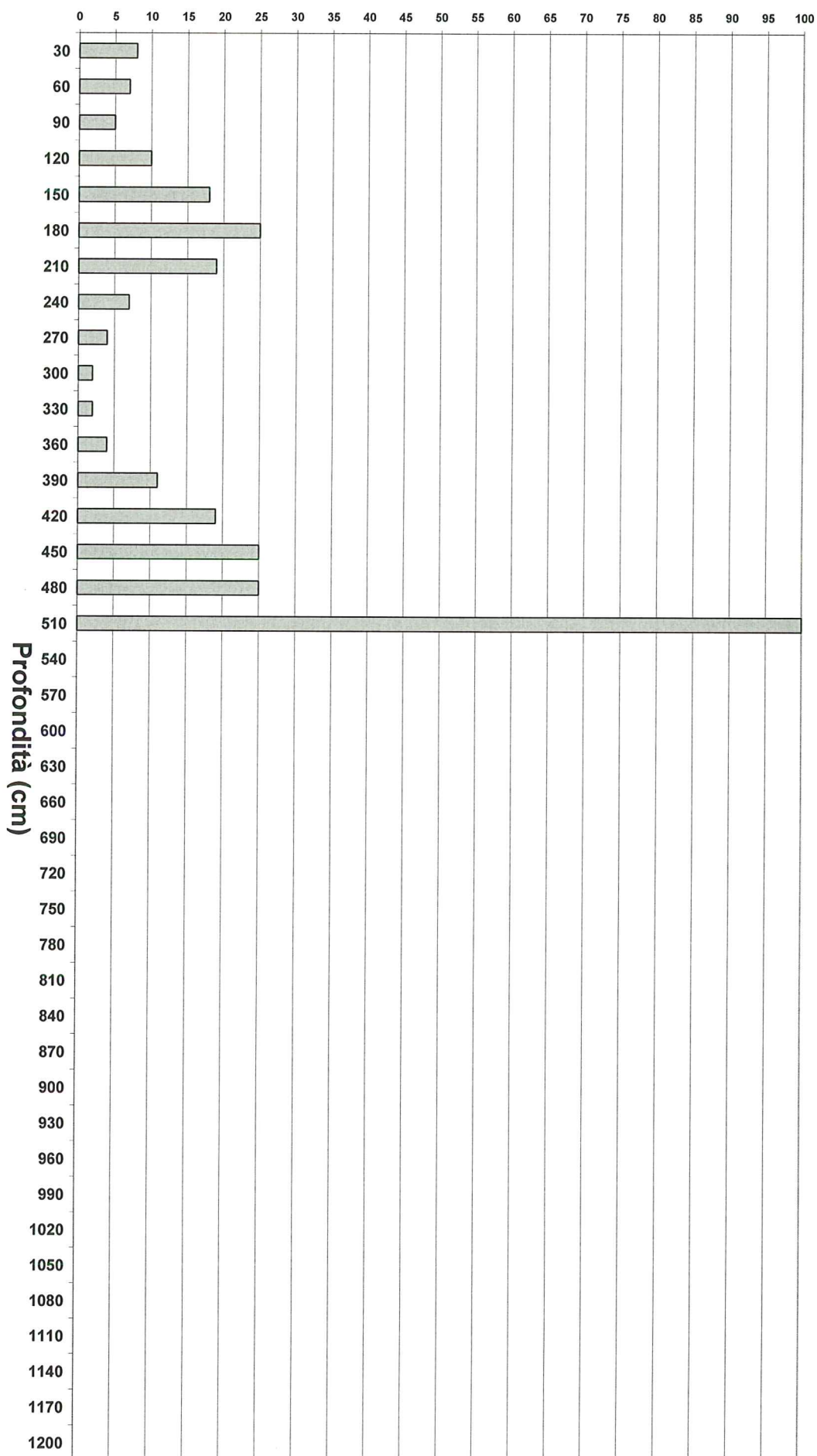
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°2
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



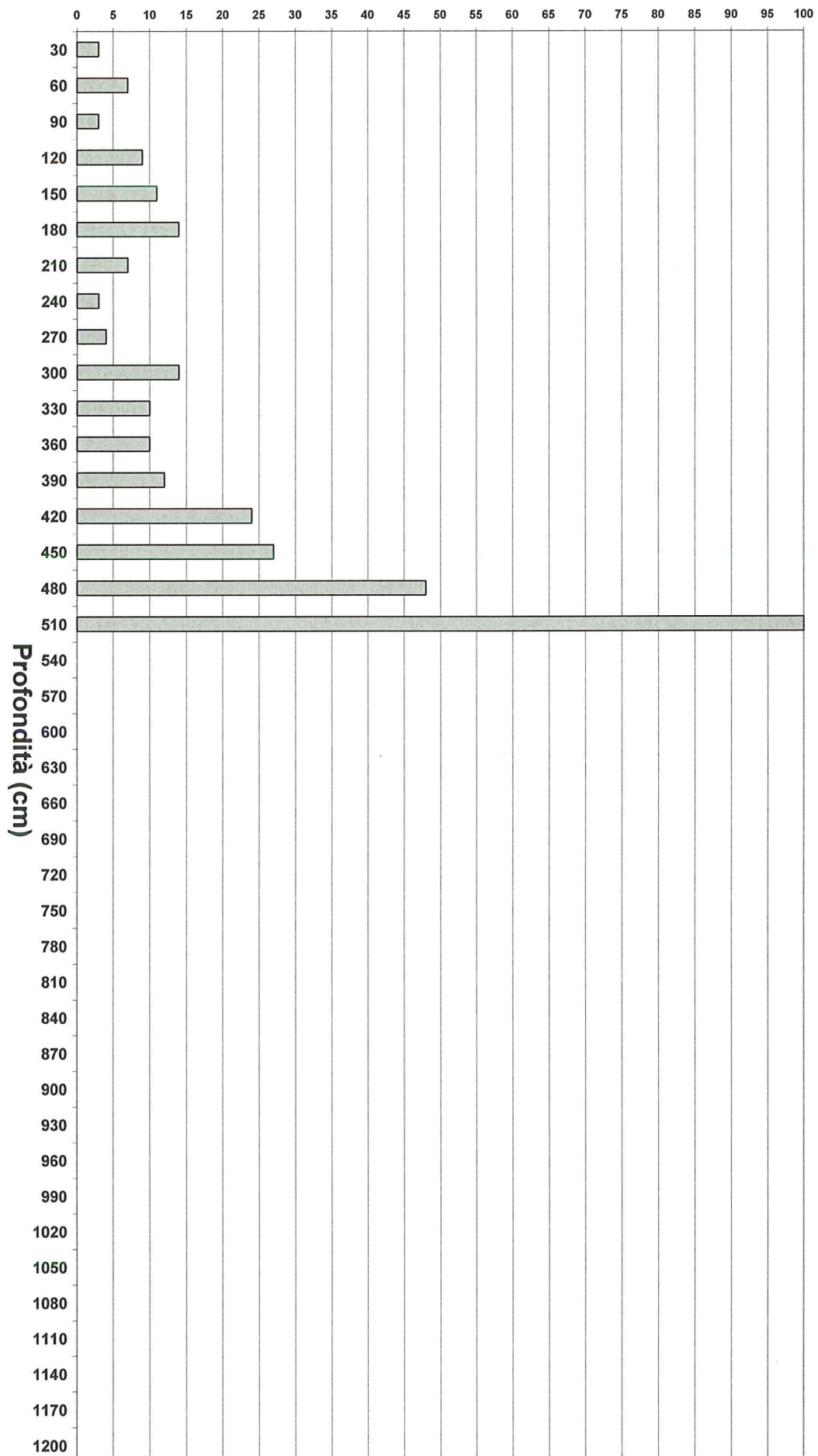
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°3
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



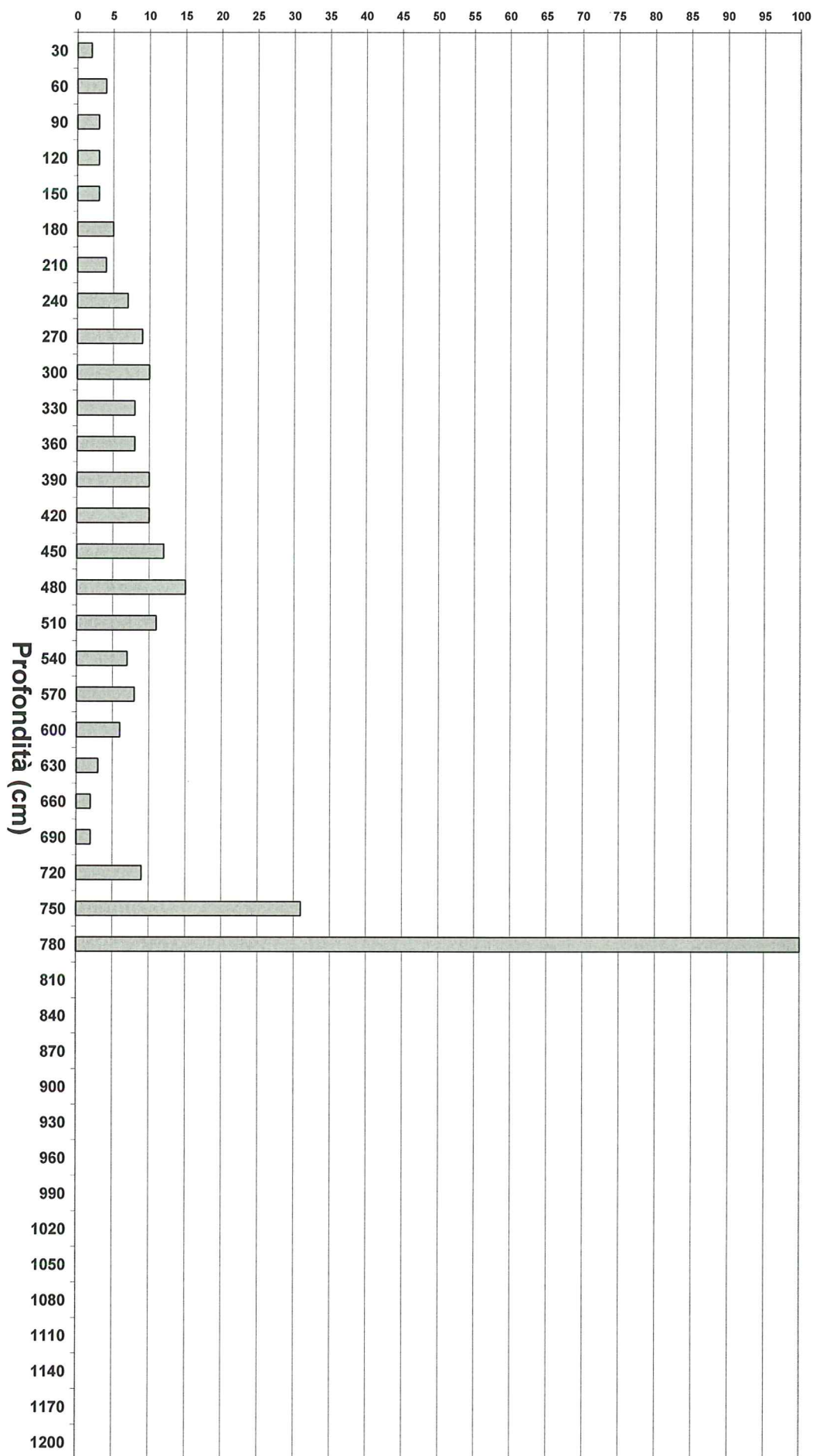
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°4
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm

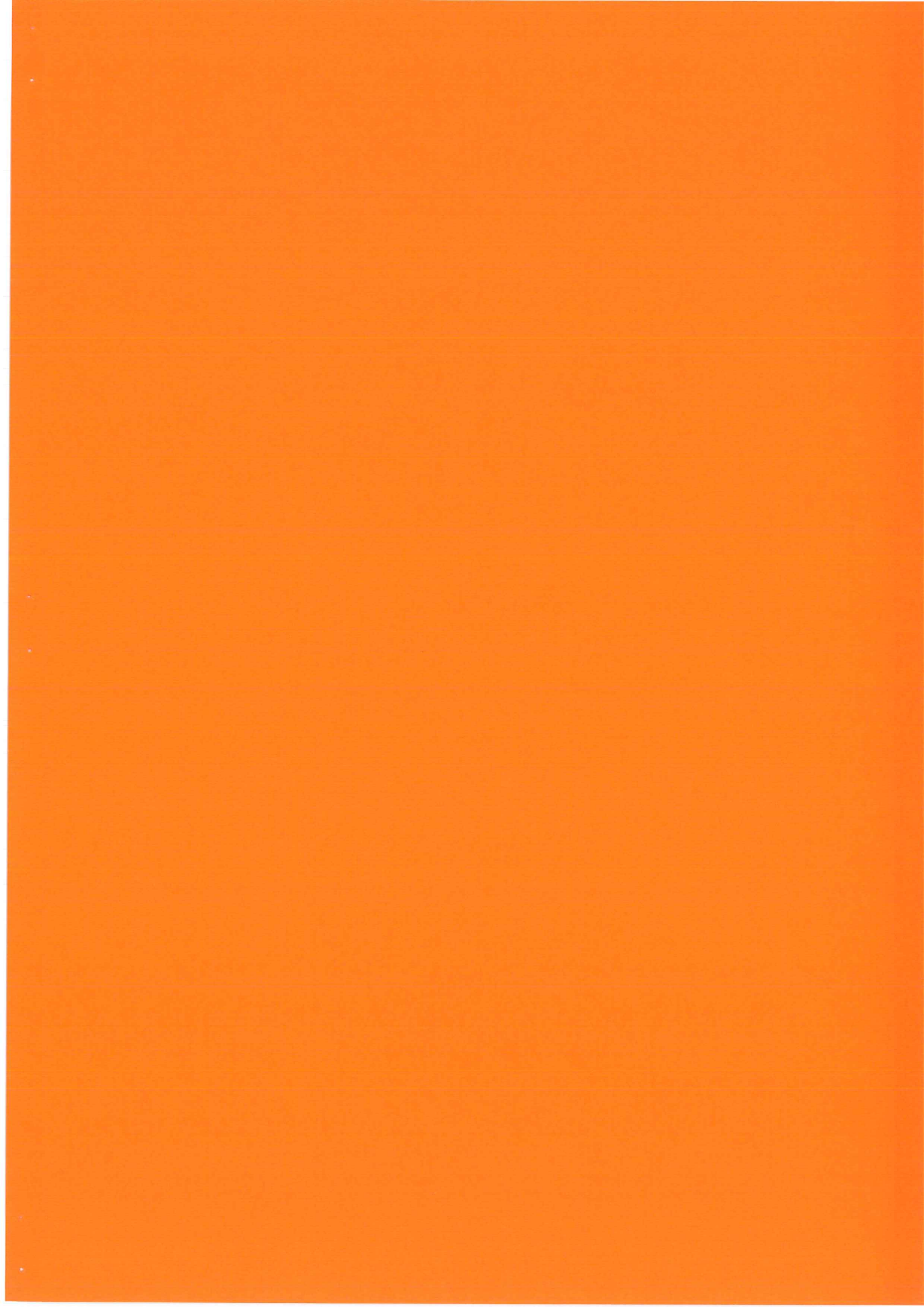


MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°5
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

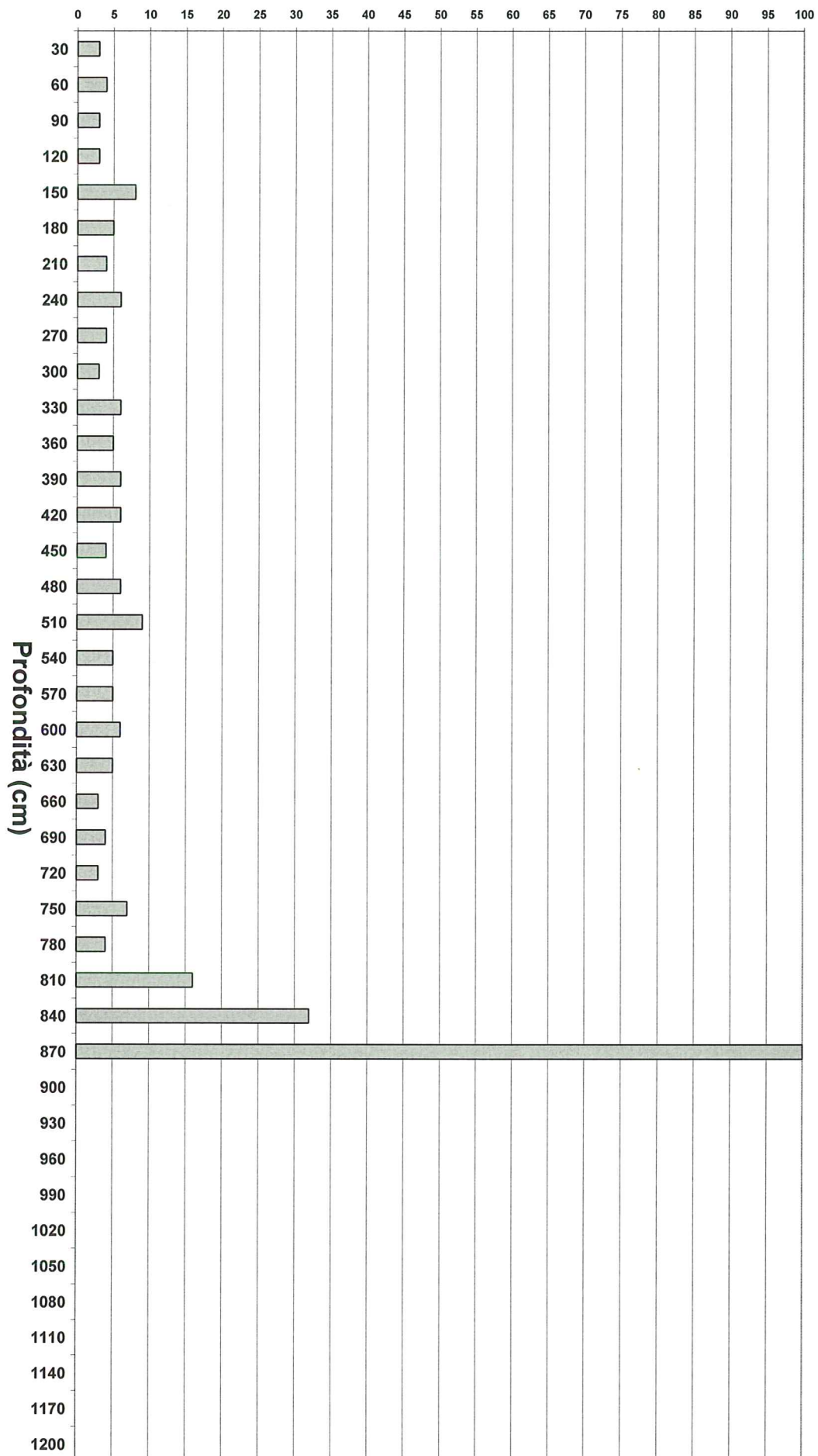
Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°6
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 01/07/2008

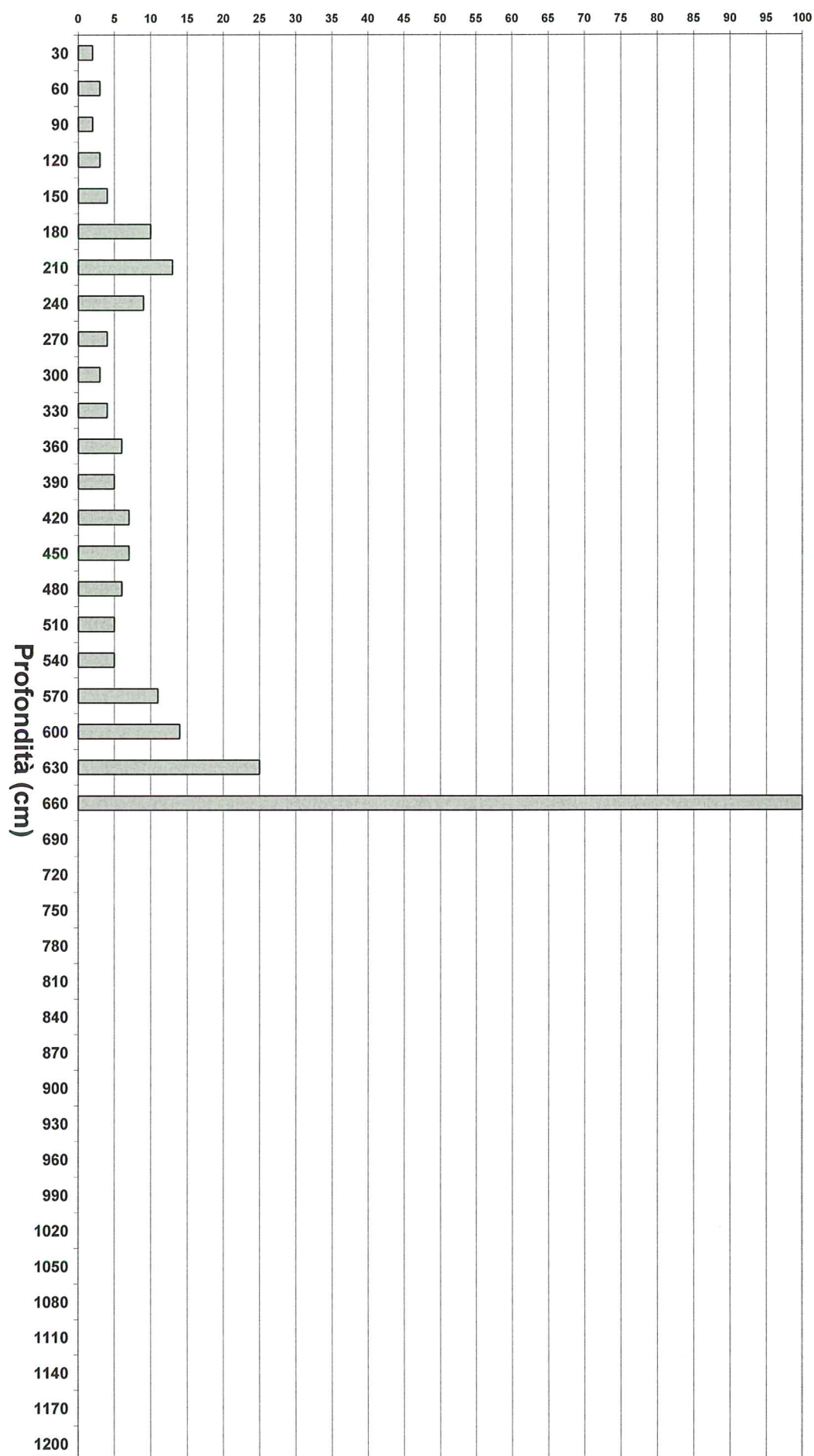


Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



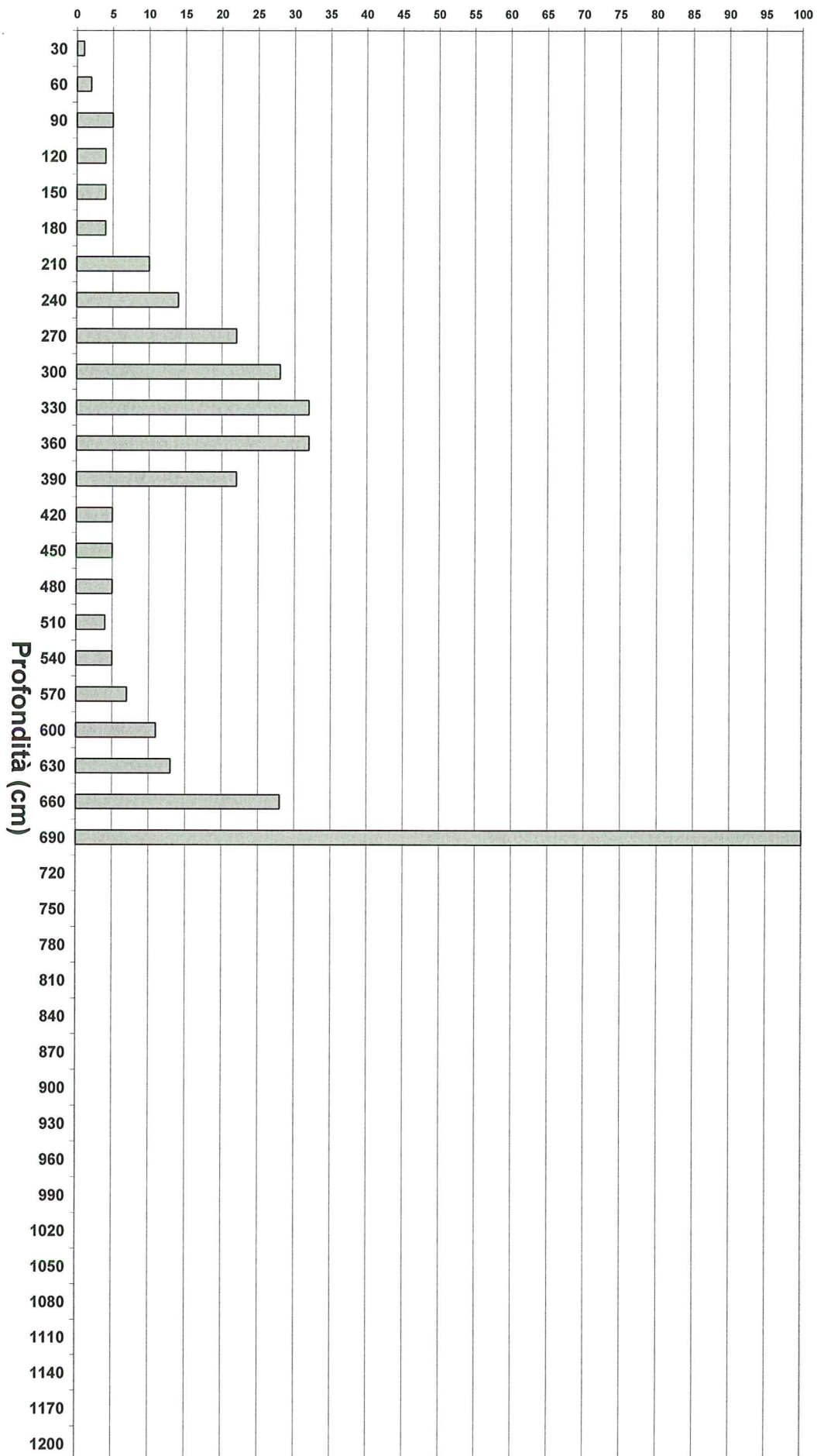
MONZAVIA Nieve - PROVA PENETROMETRICA N°7
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



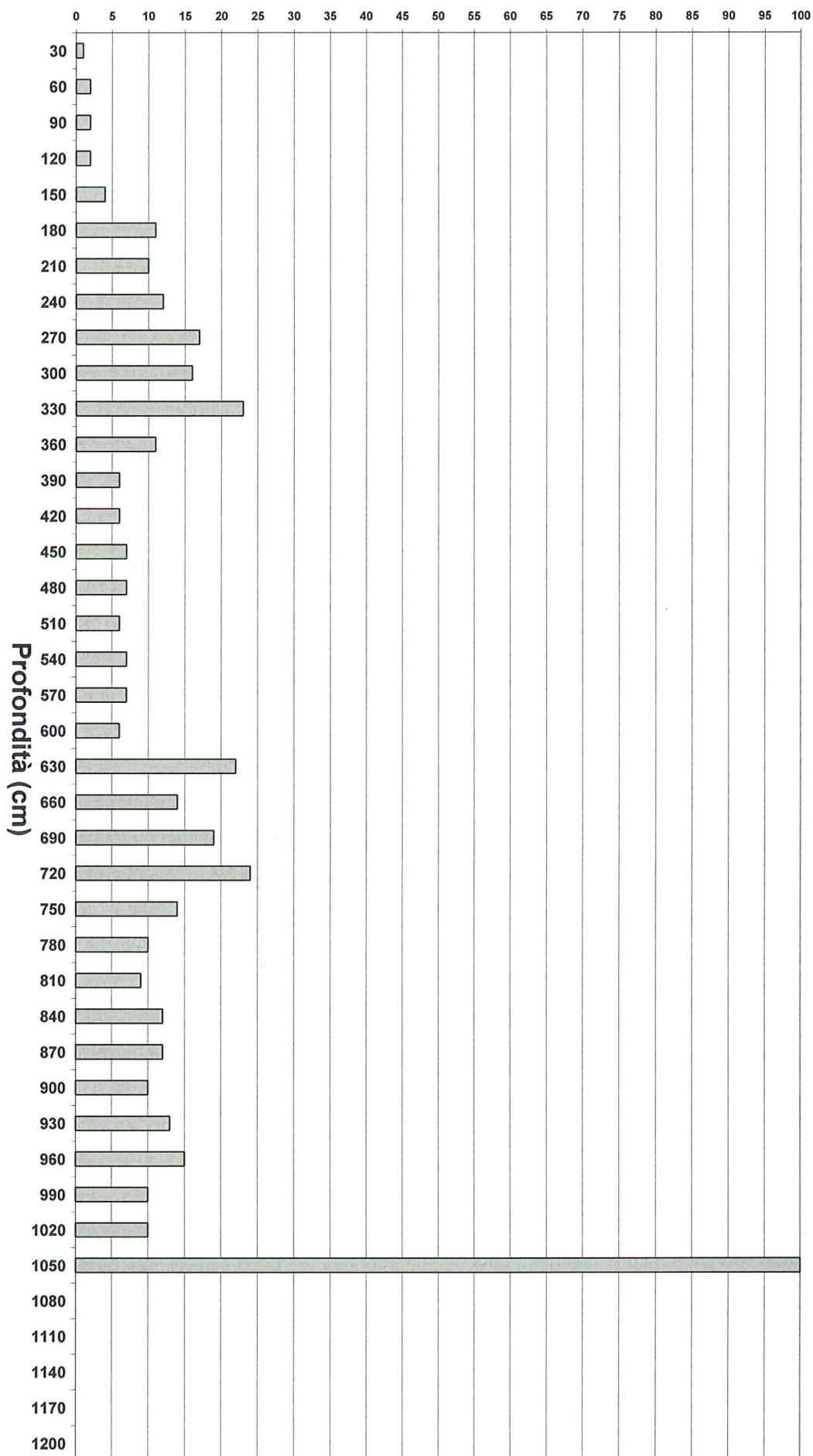
MONZA/Via Nieveo - PROVA PENETROMETRICA N°8
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



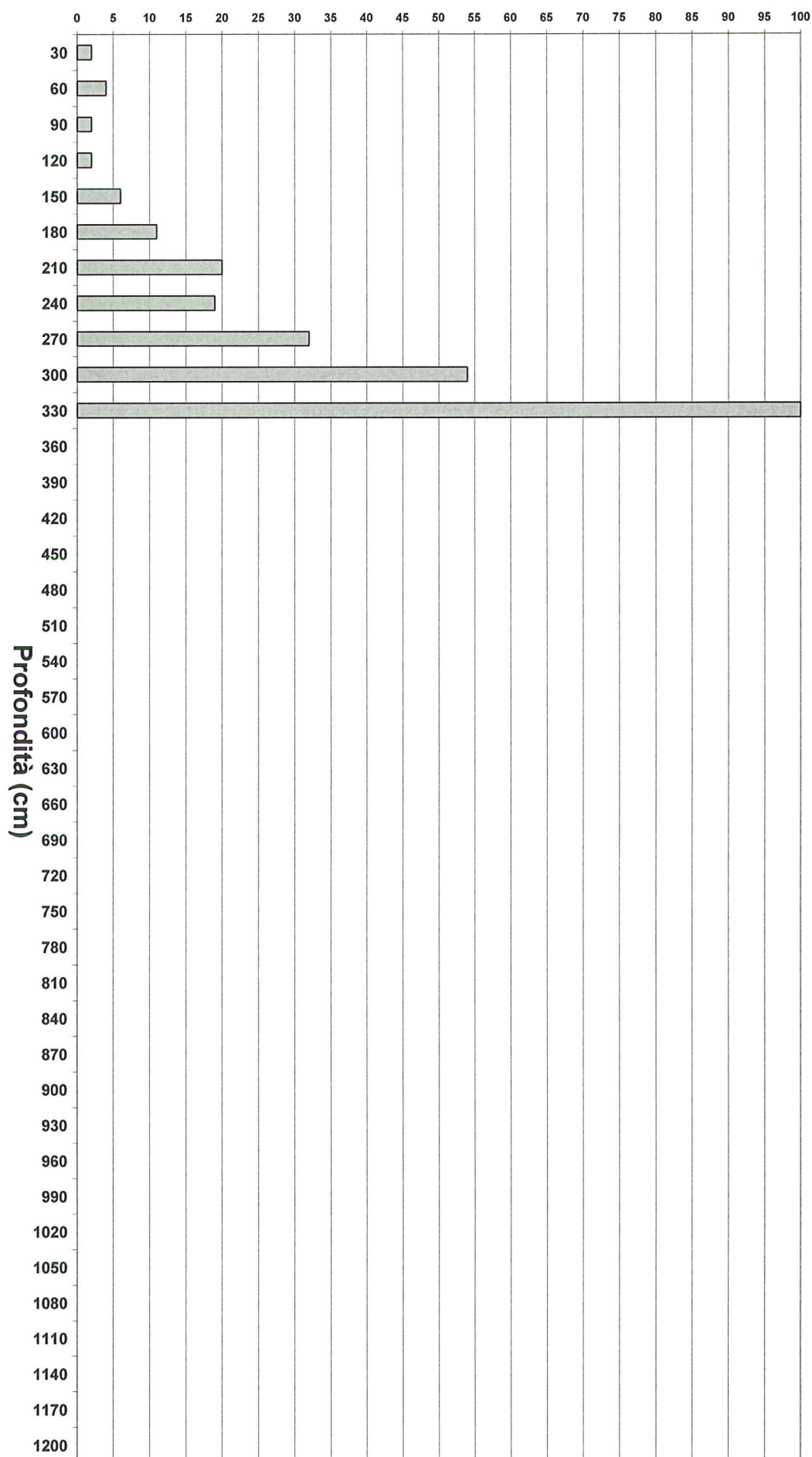
MONZAVIA Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°9
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



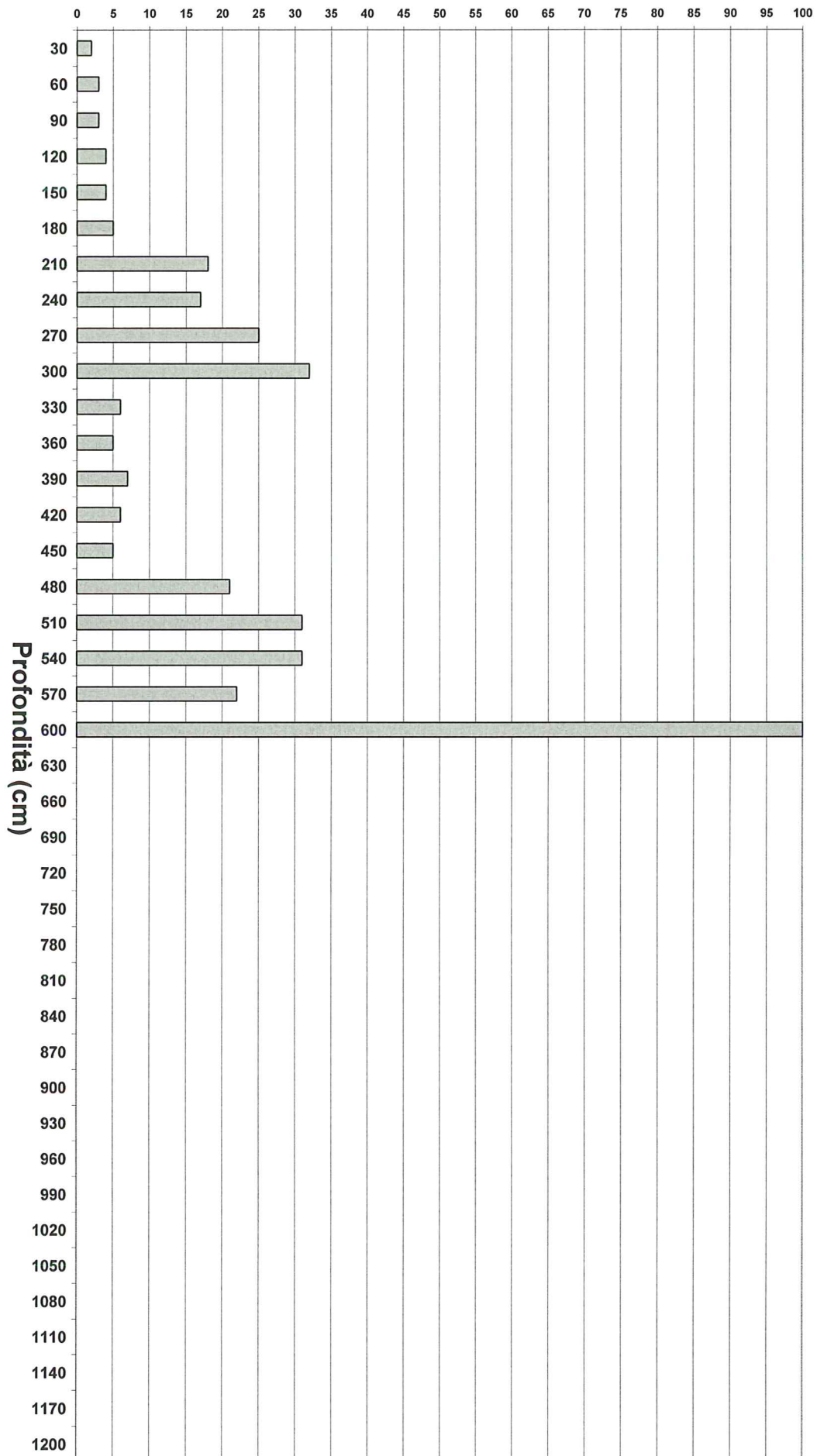
MONZAVIA Nieve - PROVA PENETROMETRICA N°10
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m **12/11/2012**

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



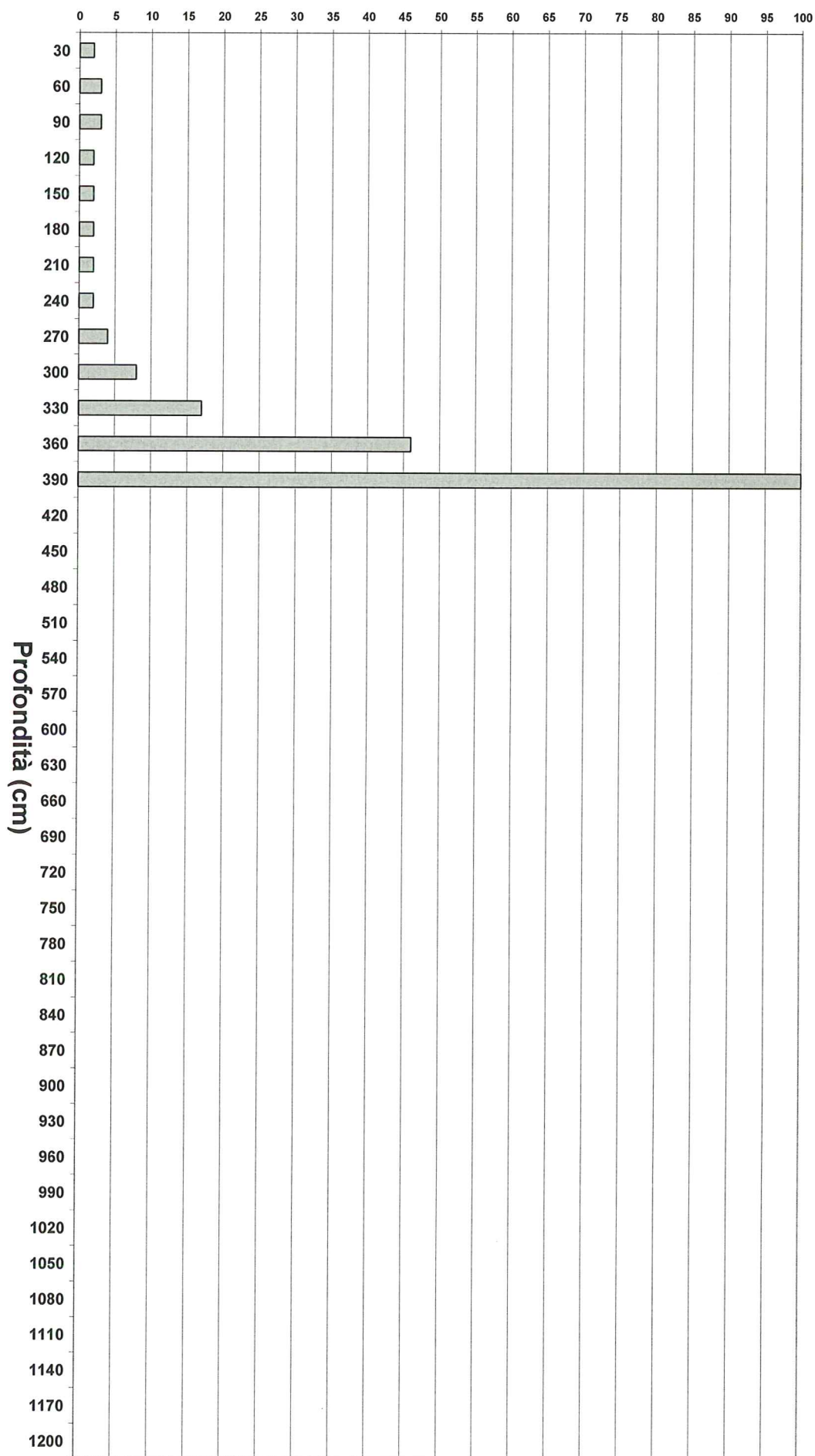
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°11
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



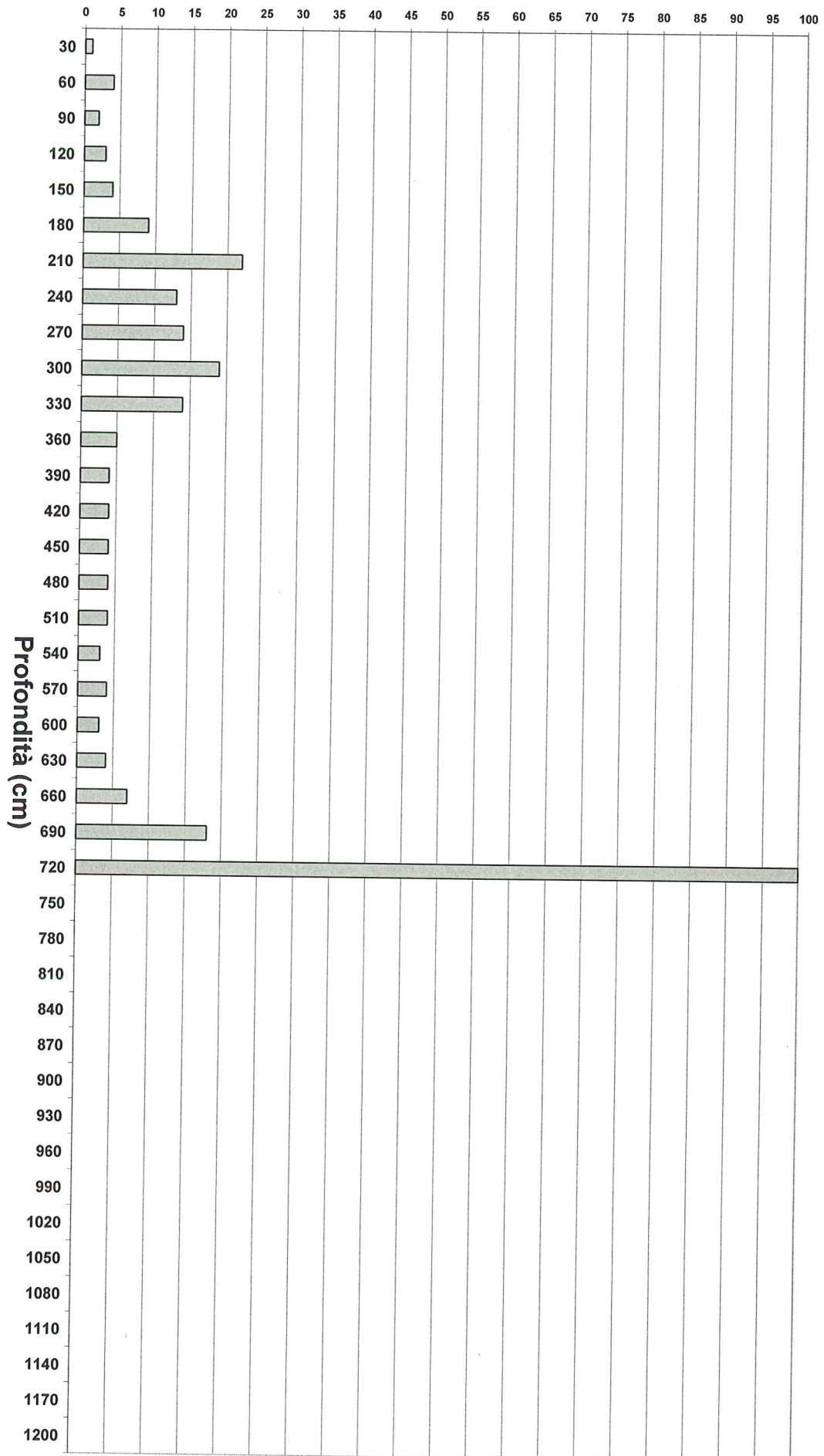
MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°12
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°13
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012

Numero dei colpi per un affondamento di 30 cm



MONZA/Via Nievo - PROVA PENETROMETRICA N°14
Quota di inizio prova dal p.c.: -0.00 m 12/11/2012