



A.O. ISTITUTO ORTOPEDICO
GAETANO PINI p.zza Cardinal A. Ferrari 1 MILANO
AREU AZIENDA REGIONALE EMERGENZA URGENZA
via Alfredo Campanini 6 MILANO

Ristrutturazione piano rialzato dell' edificio
"padiglione ricovero" della sede di viale Monza per
realizzazione della nuova sede dell' Azienda Regionale di
Emergenza ed Urgenza (AREU) e interventi di rimozione
delle coperture contenenti amianto e rifacimento delle stesse
Centro di Formazione e di Simulazione per l'Attività formativa Clinico-Assistenziale di
Emergenza e Urgenza, Maxiemergenze Internazionali e Management di Sistemi Sanitari



PROGETTO PRELIMINARE

CUP I47E13000340001
CIG 6019106367

Doc 46 - Relazione Geologica per ampliamento

Direttore Generale AO Istituto Gaetano Pini:

COMMITTENTE:

Azienda Ospedaliera
ISTITUTO ORTOPEDICO GAETANO PINI
Piazza Cardinal Ferrari, 1 - 20122 Milano

Direttore Generale Areu : Dott. Alberto Zoli

Agg. :

Responsabile del Procedimento - Dirigente Ufficio Tecnico G. Pini: Ing. Massimiliano Agistri

Progettista incaricato : arch. Giovanni Arrigoni

Progettista Geologo: geol. Francesco Serra

Data : Giugno 2014



Dr. Geol. Francesco SERRA – GEOLOGIA TECNICA e SERVIZI per l'AMBIENTE –

Via Dante Alighieri, 6 – 26027 Rivolta d'Adda (

Tel., Fax: 0363.79065; Cell.: 348-2268926; e-mail : geoserra@serrafra.191.it

CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190

A.O. ISTITUTO ORTOPEDICO GAETANO PINI MILANO

**Ristrutturazione piano rialzato dell'edificio “padiglione ricovero” della sede di viale
Monza 223 per realizzazione della nuova sede dell'A.R. di Emergenza ed Urgenza**




Relazione geologica, geotecnica, sismica e di compatibilità idrogeologica,

ai sensi delle normative vigenti




11 giugno 2014

Comm.1503


| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | <i>Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica</i> | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

INDICE GENERALE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 4 |
| 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | 7 |
| 3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO..... | 9 |
| 3.1 ASPETTI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI..... | 9 |
| 3.2 SUPERFICIE PIEZOMETRICA: FORMA, PROFONDITÀ ED OSCILLAZIONI | 13 |
| 4. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOLOGICO | 16 |
| 4.1 MODELLO GEOLOGICO | 18 |
| 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI..... | 19 |
| 5.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE SPT..... | 19 |
| 5.2 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO | 21 |
| 6. CALCOLI E DIMENSIONAMENTI..... | 29 |
| 6.1 VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE..... | 29 |
| 5.3.1 VERIFICA CON IL METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI | 30 |
| 5.3.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI..... | 31 |
| 7. VINCOLI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA DI PIANO | 34 |
| 8. COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA | 37 |
| 9. ASPETTI SISMICI | 42 |
| 7.1 MODELLO SISMICO MONODIMENSIONALE E CALCOLO DELLE V_{S30} | 43 |
| 8. INDICAZIONI CONCLUSIVE | 47 |

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | Nome file | |
| Allegati Allegato A - Indagini geognostiche – stratigrafie Allegato B – Indagini geognostiche – foto Allegato C – Documentazione fotografica dell’area Allegato D – Calcoli e Dimensionamenti | | | |

Pag. 3 di 63

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Nella presente relazione si considerano le problematiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche relative ai terreni di fondazione interessati dalla realizzazione di una sala conferenze, realizzata in acciaio e strutturalmente molto leggera che va ad ampliare gli spazi dell'esistente istituto Gaetano Pini.

L'Istituto è ubicato in viale Monza 223 nella parte settentrionale del comune di Milano; l'ampliamento è nel lato prospiciente a via Isocrate: per l'esatta ubicazione si veda la corografia tratta dalla carta tecnica regionale di **figura 1**.

Per i dettagli architettonici e progettuali si rimanda al progetto architettonico/strutturale redatto da arch. Arrigoni mentre in figura 2 si riporta uno stralcio degli elaborati dai quali si può verificare le dimensioni dell'intervento, modesto e poco impattante rispetto all'esistente.

Nei capitoli seguenti, dopo un breve inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico, si procederà alla caratterizzazione geotecnica dei terreni in funzione delle interazioni terreno-strutture, sino a fornire indicazioni relative alle tipologie fondazionali ed agli accorgimenti da adottare in sede progettuale ed esecutiva.

Si valuterà anche la compatibilità dell'intervento rispetto al particolare contesto idrogeologico del sito.

In particolare le verifiche di sicurezza sono state condotte sia secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili sia secondo il metodo degli Stati Limite Ultimi (SLU) secondo quanto specificato nel D.M. 14.01.08 ("Aggiornamento del DM 14.09.05 Norme tecniche per le costruzioni").




Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|---------|
| C. Documento | 1503-01 |
|--------------|---------|

| |
|---|
| B |
|---|

Nome file



| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

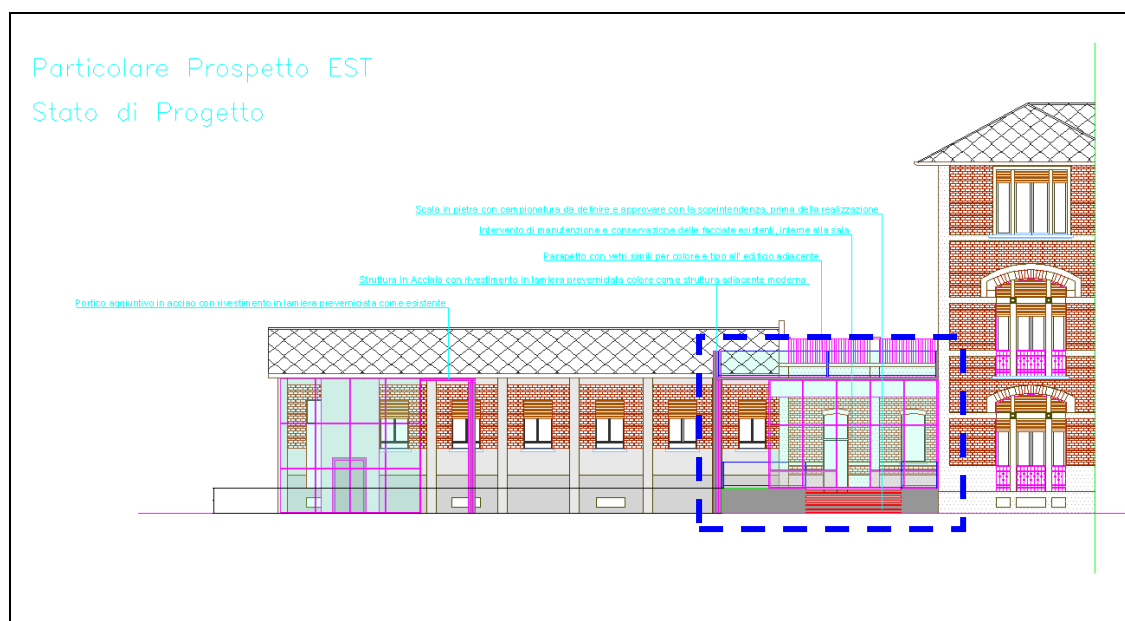
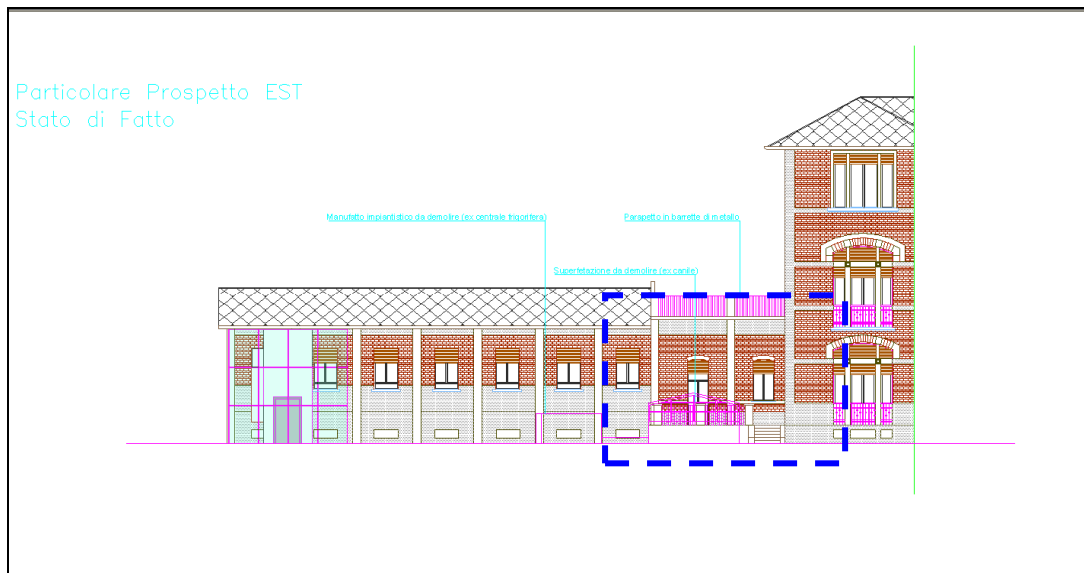



Figura 2: Prospetto raffigurante lo stato di fatto e di progetto dell'intervento di ristrutturazione

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La porzione di territorio in esame è inserita in un ambito della pianura padana caratterizzato dalla presenza omogenea di depositi fluvio-glaciali medio-grossolani che si sono depositi durante l'ultima fase glaciale detta "wurmiana" (*Pleistocene sup.*) e che passando verso sud lasciano il posto a depositi di genesi analoga ma di granulometria inferiore (sabbie e sabbie limose).

Tali depositi fluvio-glaciali costituiscono il piano morfologico principale ed arealmente più esteso che assume il nome di "Livello Fondamentale della Pianura".

Come si osserva dalla carta Geologica d'Italia riportata in figura 3, la situazione geologica, almeno in superficie, risulta decisamente omogenea con la presenza di un'unica formazione: tuttavia esistono delle variazioni locali delle granulometrie sia in senso orizzontale che verticale, legate alla natura intrinseca dei depositi alluvionali, a causa delle continue variazioni meteorologiche ed idrologiche che si sono susseguite nel corso dei secoli.

Nell'area in esame i terreni sono prevalentemente granulari e costituiti da ghiaie e sabbie sciolte, con locali livelli più limoso-argillosi o più ciottolosi.

Per completezza va fatto però osservare che la situazione geologica attuale risente pesantemente della presenza e dell'azione dell'uomo, che ha modificato completamente il primo livello di terreno, obliterando le caratteristiche originali e naturali dei depositi fluvio-glaciali almeno in superficie; in origine infatti i depositi wurmiani presentavano superiormente un livello di natura sabbioso-argillosa che è stato asportato dall'uomo fino a raggiungere lo strato ghiaioso-sabbioso sottostante.

Nel corso dei secoli su questo livello si è accumulato uno strato di materiale di riporto che presenta spessori variabili in funzione della destinazione che l'area ha avuto nel tempo e con caratteristiche variabili da zona a zona nella città di Milano.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Revisione B


Nome file



Figura 3: Carta geologica di inquadramento, tratta dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Legenda **q3'** = depositi fluvioglaciali wurmiani (colore verde chiaro); **in azzurro** = depositi alluvionali da attuali ad antichi del fiume Lambro.

Da un punto di vista geomorfologico l'area in esame si presenta come una superficie pressoché pianeggiante posta ad una quota di circa **129 m s.l.m.**

È attualmente occupata da edifici e risulta inserita in un contesto completamente urbanizzato.

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO


3.1 Aspetti idrologici e idrogeologici

Da un punto di vista idrologico, l'area in oggetto non è interessata dal tracciato del reticolo idrico principale e minore: l'unico corso idrico di una certa rilevanza è il Naviglio Martesana che si trova però più a sud rispetto all'area in esame ad una distanza di circa 500 m (si veda la figura 4).

Per tutte le informazioni riguardanti la struttura idrogeologica del territorio di Milano, la falda freatica e gli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio ci si è basati oltre che dalle indagini geognostiche disponibili anche sulle numerose e particolareggiate documentazioni presenti in letteratura o nelle banche dati degli enti pubblici integrate con i dati provenienti dai pozzi pubblici presenti in questo settore del territorio comunale.

La ricostruzione della struttura idrogeologica della Provincia di Milano ha avuto nel passato come principale finalità quella di individuare la geometria e la litologia di quei corpi sedimentari che ospitano le falde captate da tempo nella pianura milanese e che rientrano nella terminologia classica di "acquifero tradizionale": tale acquifero è stato sottoposto ad un intenso sfruttamento ed è stato caratterizzato da un progressivo degrado qualitativo. Ciò ha spinto ad utilizzare falde sempre più profonde e parallelamente a questa necessità quella di acquisire maggiori conoscenze della struttura profonda del sottosuolo e dei rapporti di intercomunicazione tra le varie falde presenti.

Diversi sono stati infatti gli approcci seguiti dai diversi autori che si sono occupati della descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo della pianura milanese: sono stati proposti criteri litologici (Martinis, Mazzarella, 1971), criteri stratigrafici (AGIP), e idrostratigrafici (Francani, Pozzi, 1981), tali criteri sono riassunti nella figura 5.

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

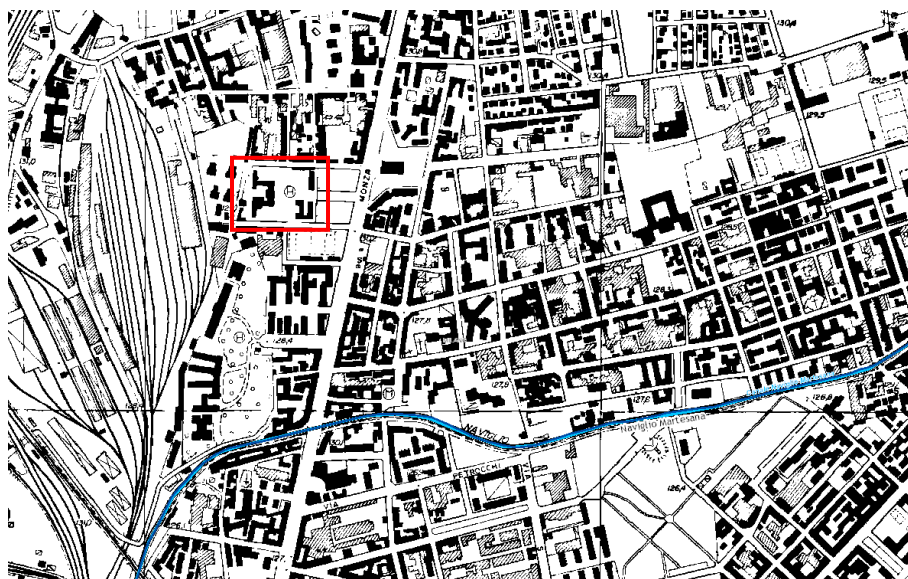


Figura 4: Carta idrologica, dal SIA della Prov. di Milano: evidenziato il Naviglio Martesana




| DENOMINAZIONI UTILIZZATE PER LA DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO | | | | | | |
|---|------------------------|--|---------------|-----------------------|-----------------------|--|
| UNITA' LITOLOGICHE | | UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE | | UNITA' STRATIGRAFICHE | ETA' | UNITA' IDROGEOLOGICHE |
| Mazzarella S. e Martinis B. | | Francani V. e Pozzi R. | | A.G.I.P. | | Avanzini M. et Al. |
|  LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA | ACQUIFERO TRADIZIONALE | FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente) | I ACQUIFERO | ALLUVIONE | PLEISTOCENE SUPERIORE | UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA |
| | | FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL AUCT. (Dil. Medio-Antico) | II ACQUIFERO | | PLEISTOCENE MEDIO | UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA |
| | | CEPPO AUCT. | | | | UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI |
|  LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA | ACQUIFERI PROFONDI | VILLAFRANCHIANO | III ACQUIFERO | SABBIE DI ASTI | PLEISTOCENE INFERIORE | UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione) |
| LITOZONA ARGILLOSA | | | | | (CALABRIANO) | UNITA' ARGILLOSA (facies marina) |

Figura 5: Schema strutturale del sottosuolo della Provincia di Milano
(Avanzini et al. 1995)

A questi criteri, va aggiunto quello proposto nel 2002 dalla Regione Lombardia e dall'Eni

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

Division Agip e contenuto nella relazione tecnica “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia”, in cui, attraverso un approccio multidisciplinare che utilizza dati provenienti da diverse ricerche scientifiche (pozzi, sondaggi, sismica a riflessione), sono stati riconosciuti, nel sottosuolo della pianura lombarda, quattro unità idrostratigrafiche di rango superiore (Gruppi Acquiferi) definite da barriere di permeabilità ad estensione regionale.

I rapporti di questa nuova classificazione rispetto alle precedenti, sono mostrati nella figura 6 che inquadra la tabella precedente in un contesto più ampio.

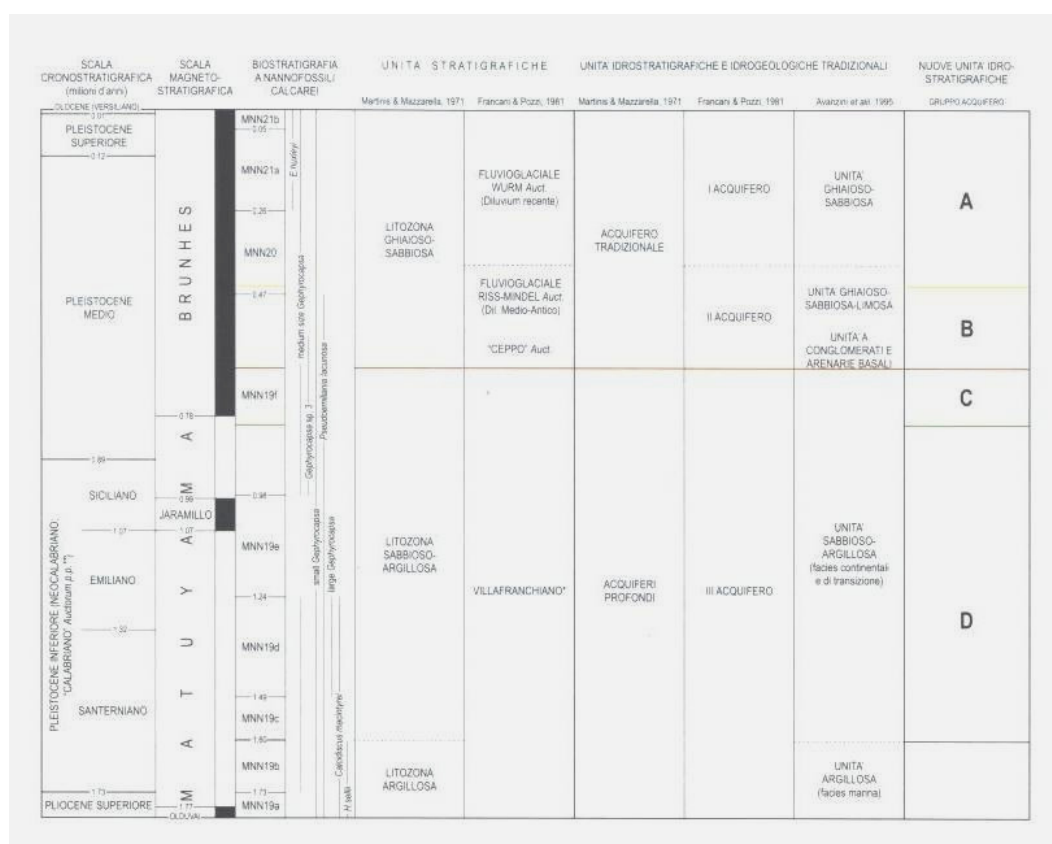



Figura 6: Rapporti tra le diverse classificazioni idrogeologiche del sottosuolo della Provincia di Milano (Regione Lombardia-Agip, 2002)

A completamento si riporta, in figura 7, una sezione idrogeologica N-S, tratta dallo studio “Le risorse idriche sotterranee nella Provincia di Milano –Vol. I: Lineamenti Idrogeologici” del 1995 a cura della provincia di Milano e del DSTM del Politecnico di Milano, che conservano tuttora la loro sostanziale validità, in cui oltre a mostrare lo schema idrogeologico della zona

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

sopra descritto, viene mostrata la successione litostratigrafica verticale del sottosuolo: questo consente di ricavare ulteriori informazioni sulla natura dei terreni che si trovano in profondità.

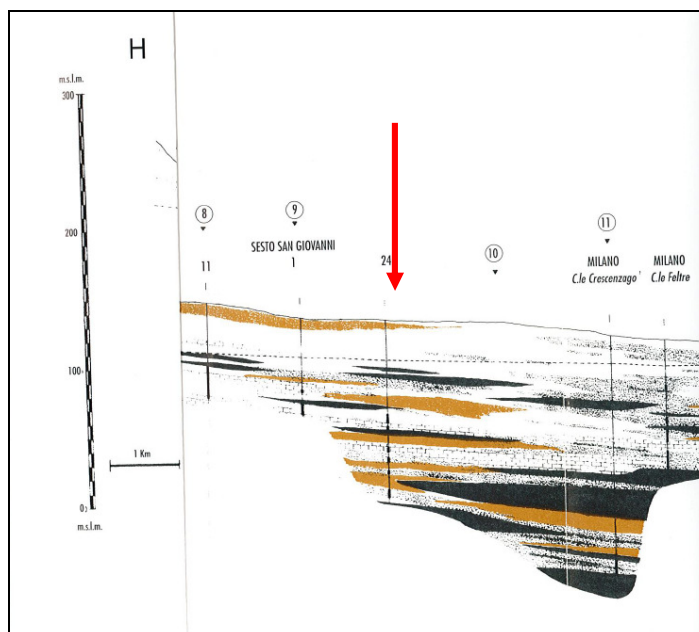



Figura 7: Sezioni idrogeologiche N-S del territorio in esame tratte dallo studio *“Le risorse idriche sotterranee nella Provincia di Milano – Vol. I: Lineamenti Idrogeologici”* del 1995 a cura della provincia di Milano e del DSTM del Politecnico di Milano.

Da tutto quanto sopra riportato si evince che lo schema idrogeologico di riferimento nel sito è indicativamente rappresentabile nelle seguenti tre litozone (dalla più superficiale):

- una litozona ghiaioso-sabbiosa (1) sede dell’acquifero tradizionale, suddiviso in una parte più superficiale (a falda libera – I acquifero) corrispondente ai depositi alluvionali e fluvioglaciali würmiani ed una parte più profonda (falda semi-confinata – II acquifero) con spessore variabile che raggiunge nell’area i 50 m di profondità, corrispondente a depositi fluvioglaciali più antichi (con presenza di conglomerati); le due parti risultano localmente separate da modesti spessori di depositi fini semi-permeabili o impermeabili, mentre tale litozona risulta separata

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

dalla sottostante da un livello di argilla e limo abbastanza potente ma non sempre continuo arealmente;

- una litozona sabbioso-argillosa (2) costituita da intercalazioni variabili di limi con sabbie e raro ghiaietto, talora con presenza di torbe, con falde multistrato semiconfinato o confinato (III acquifero).
- una litozona argillosa profonda (3) costituita da depositi per lo più impermeabili con la presenza di acque salmastre.

3.2 Superficie piezometrica: forma, profondità ed oscillazioni

Dal punto di vista idrogeologico, il principale elemento di interesse è la profondità della falda freatica cioè l'acquifero più superficiale con una superficie superiore libera di oscillare nel tempo.

Facendo riferimento ai dati bibliografici messi a disposizione dalla Provincia di Milano e dalla società M.M. s.p.a. che delineano un andamento medio della superficie piezometrica, così come riportato nella figure 8 e 9, si ricava una profondità media della falda di **circa 14.0 m** da p.c. (quota piezometrica di circa 115.0 m).

A tale valore medio va aggiunta l'oscillazione che la falda subisce nei vari periodi stagionali e valutabile nell'ordine 1-2 m.

Questa indicazione, come vedremo, è confermata dai dati raccolti nei sondaggi geognostici effettuati nelle vicinanze del sito ed utilizzate per il dimensionamento delle fondazioni dell'intervento in oggetto.

Sulla base di tutte le osservazioni disponibili e di considerazioni e previsioni conservative e cautelative è possibile considerare una **falda di progetto** posta ad una **profondità di 12 m** da p.c. e dunque comunque sicuramente non influente ed interagente con le opere in progetto.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

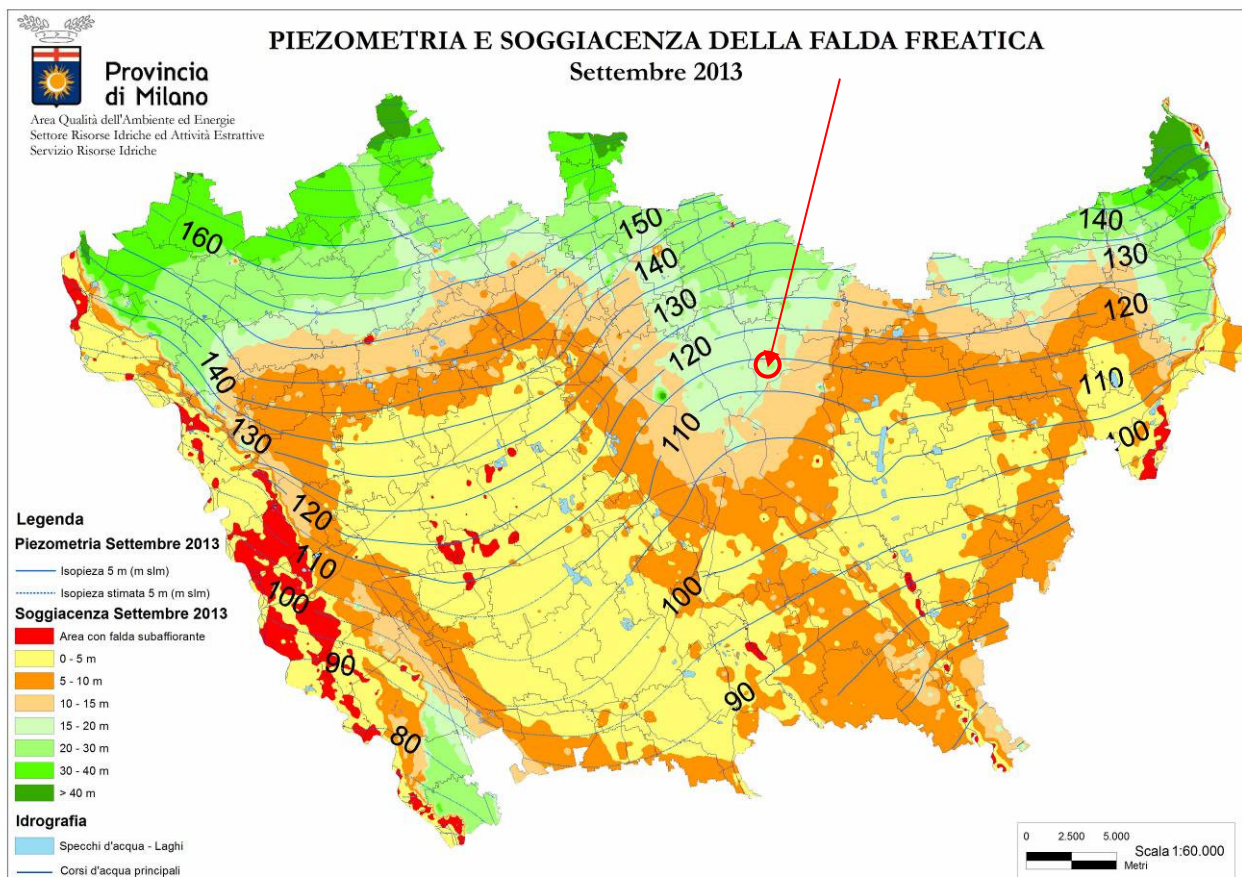


Figura 8: Stralcio della carta piezometrica della Provincia di Milano (dati settembre 2013)



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Revisione B

Nome file

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

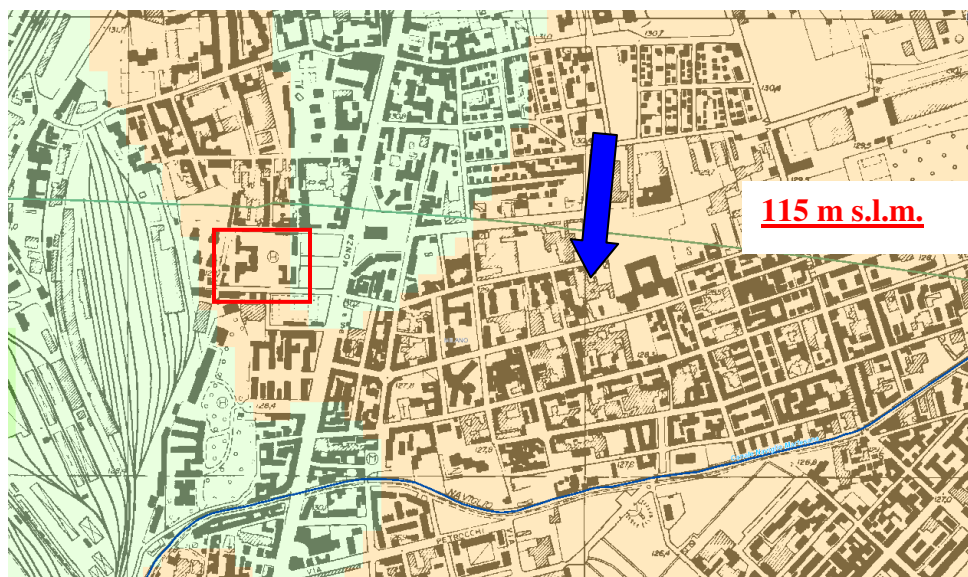



Figura 9: Carta delle linee piezometriche della falda freatica in m s.l.m. con ubicazione dell'area in esame (a cura della provincia di Milano – Sett. 2013); quota indicativa dell'area in oggetto = 129 m slm; quota della falda media = 115 m slm. La freccia blu indica la direzione di flusso

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |


4. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOLOGICO

Sulla base delle conoscenze pregresse del sito e delle esigenze progettuali, si è programmato il seguente piano di indagini e di studi:

- una raccolta della documentazione esistente sull'area in esame con particolare riferimento alle problematiche geologico-tecniche ed idrogeologiche;
- un sopralluogo in sito per l'acquisizione di tutti i dati e di tutte le evidenze geomorfologiche ed idrogeologiche potenzialmente utili;
- come espressamente previsto dalla normativa vigente, trattandosi di interventi che, dal punto di vista geotecnico, si possono considerare come poco significativi rispetto al contesto in cui vengono realizzati (anche rispetto all'esistente) ed avendo diverse indagini geognostiche disponibili a breve distanza e di ottima qualità (sondaggi geognostici a carotaggio continuo) si è ritenuto opportuno utilizzare le stesse per tutti i seguenti dimensionamenti geotecnici, senza realizzare altre indagini, essendo inoltre, per i terreni in oggetto del tutto sconsigliabile-per la loro poca affidabilità-l'utilizzo di prove penetrometriche dinamiche. Si sono quindi considerati tre sondaggi geognostici a carotaggio spinti a profondità comprese fra i 20 ed i 30 metri di profondità dall'attuale piano campagna all'interno del quale sono state eseguite numerose prove SPT in avanzamento.
- la caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni che costituiscono l'area fino alla profondità raggiunta dalle indagini, con una valutazione delle interazioni terreno-strutture e le relative indicazioni progettuali.

In figura 10 si riporta l'ubicazione dei sondaggi considerati rispetto al sito in oggetto.

- a completamento, per ottemperare alla nuova normativa sismica si è eseguita appositamente una prova sismica tipo MASW per la valutazione della velocità delle onde S nei primi trenta metri sotto la fondazione

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

La campagna, realizzata sulla base degli standards esistenti e conformi alle raccomandazioni AGI.

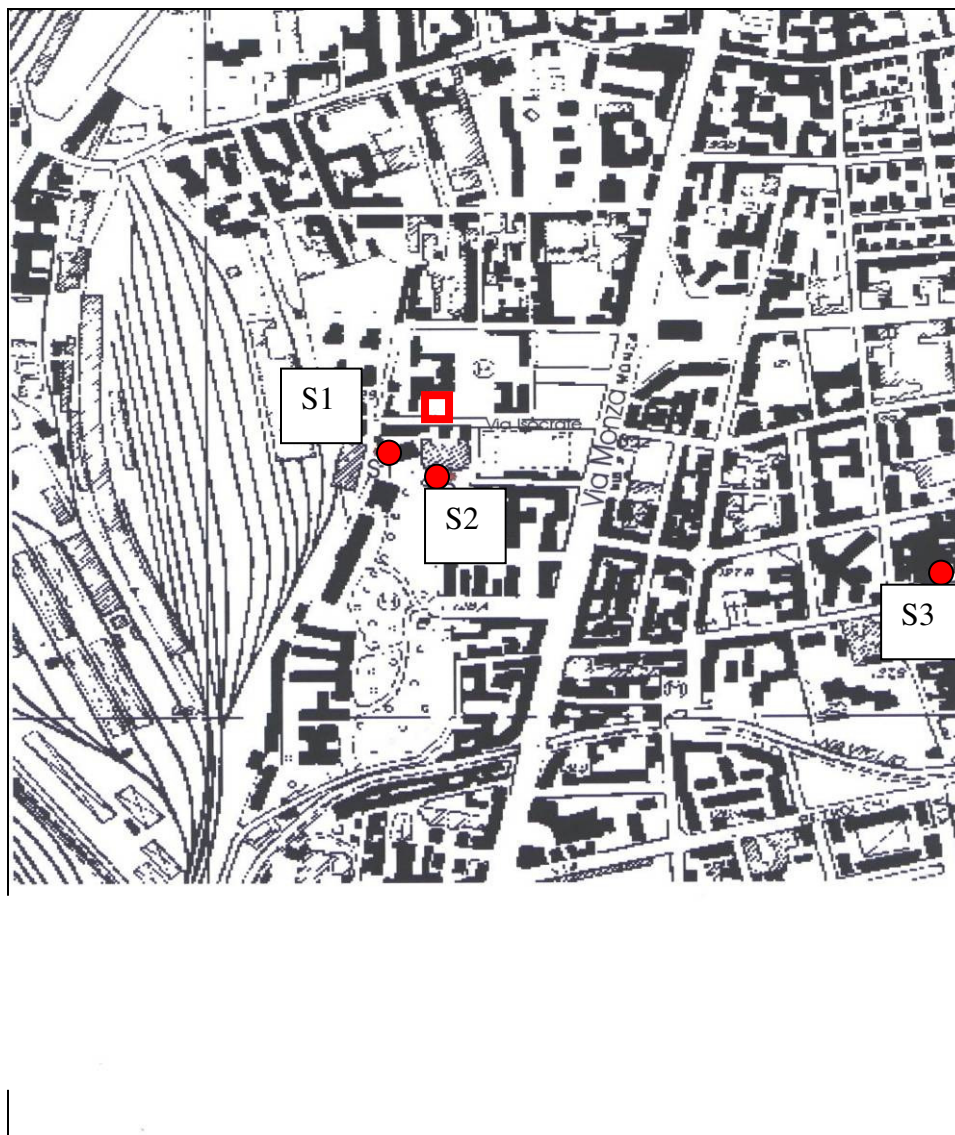



Figura 10: ubicazione dei sondaggi geognostici considerati rispetto al sito in oggetto.

Le indagini svolte hanno permesso di identificare con chiarezza fino alla massima profondità investigata sia la situazione stratigrafica che le caratteristiche meccaniche dei terreni che costituiscono il sito in esame: essi risultano composti, al di sotto di un primo

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

livello rappresentato dalla pavimentazione e da materiale di riporto dello spessore di circa 1.5-2.0 m, da depositi sciolti incoerenti costituiti prevalentemente da ghiaia e sabbia in proporzioni e con addensamento variabili: tali depositi presentano in alcuni livelli una rilevante presenza di ciottoli.

Tale successione litologica risulta in accordo con le stratigrafie dei pozzi pubblici a scopo idropotabile posti nelle vicinanze (Piazzale Gorla) che confermano la natura ghiaioso-sabbiosa dei terreni nei primi 20-30 m e l'assenza di livelli coesivi significativi.


Per maggiori dettagli si vedano le stratigrafie dei sondaggi riportati nell'allegato A e le foto riportate nell'allegato B.

4.1 Modello geologico

Il modello geologico di riferimento può essere così schematizzato (quota di riferimento = p.c. attuale):

| Unità geologica | Profondità [m] rispetto a p.c. | Litologia | Falda |
|------------------------|---------------------------------------|--|--------------|
| I | da 0.0 a 1.5/1.8 m | Riporto | |
| II | da 1.50/1.8 a 3.0 m | Sabbia fine inglobante ghiaietto in matrice limoso-argillosa | |
| III | da 3.0 a 6.0 m | Sabbie con ghiaie a tratti ciottolosa | |
| IV | da 6.0 a 16.0 m | Ghiaia e sabbia con rari ciottoli | |
| V | da 16.0 a 30.0 m | Intercalazioni di sabbia e ghiaia a tratti deb. ciottolosa | -12.0 |

Tabella 1: modello geologico del sottosuolo (quota di riferimento : p.c. attuale)

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

5.1 Interpretazione delle prove SPT

Le prove SPT sono state eseguite in avanzamento fino alla quota di fondo foro misurando il numero di colpi richiesti per provocare l'avanzamento per battitura di un campionatore standard per tre tratti consecutivi di 15 cm ciascuno. La resistenza dinamica puntuale (N_{SPT}) si ottiene poi sommando il numero di colpi richiesto per l'avanzamento degli ultimi 30 cm.

Per tenere conto dei fattori di variabilità connessi ai vari dispositivi di infissione e alla pressione efficace del terreno alla profondità di esecuzione della prova, è stato calcolato in funzione della profondità il valore normalizzato di NSPT, cioè $(N_1)_{60}$, ricavato dalla seguente espressione:

$$(N_1)_{60} = C_N (ER / 60) \cdot \lambda \cdot N_{SPT}$$

in cui:

$C_N = 1/\sigma'_{vo}{}^{(0.5)}$, coefficiente di correzione dipendente dal valore di σ'_{vo} [Liao & Whitman, 1986]

σ'_{vo} = pressione efficace alla quota della prova

ER = rendimento medio del dispositivo di infissione espresso in percentuale (per il presente caso: 60%);

λ = parametro che tiene conto della perdita di energia per la lunghezza delle aste.

Nella figura 11 si riportano i valori misurati e corretti di resistenza alla penetrazione SPT, così come utilizzati nei successivi calcoli.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

RESISTENZA DINAMICA

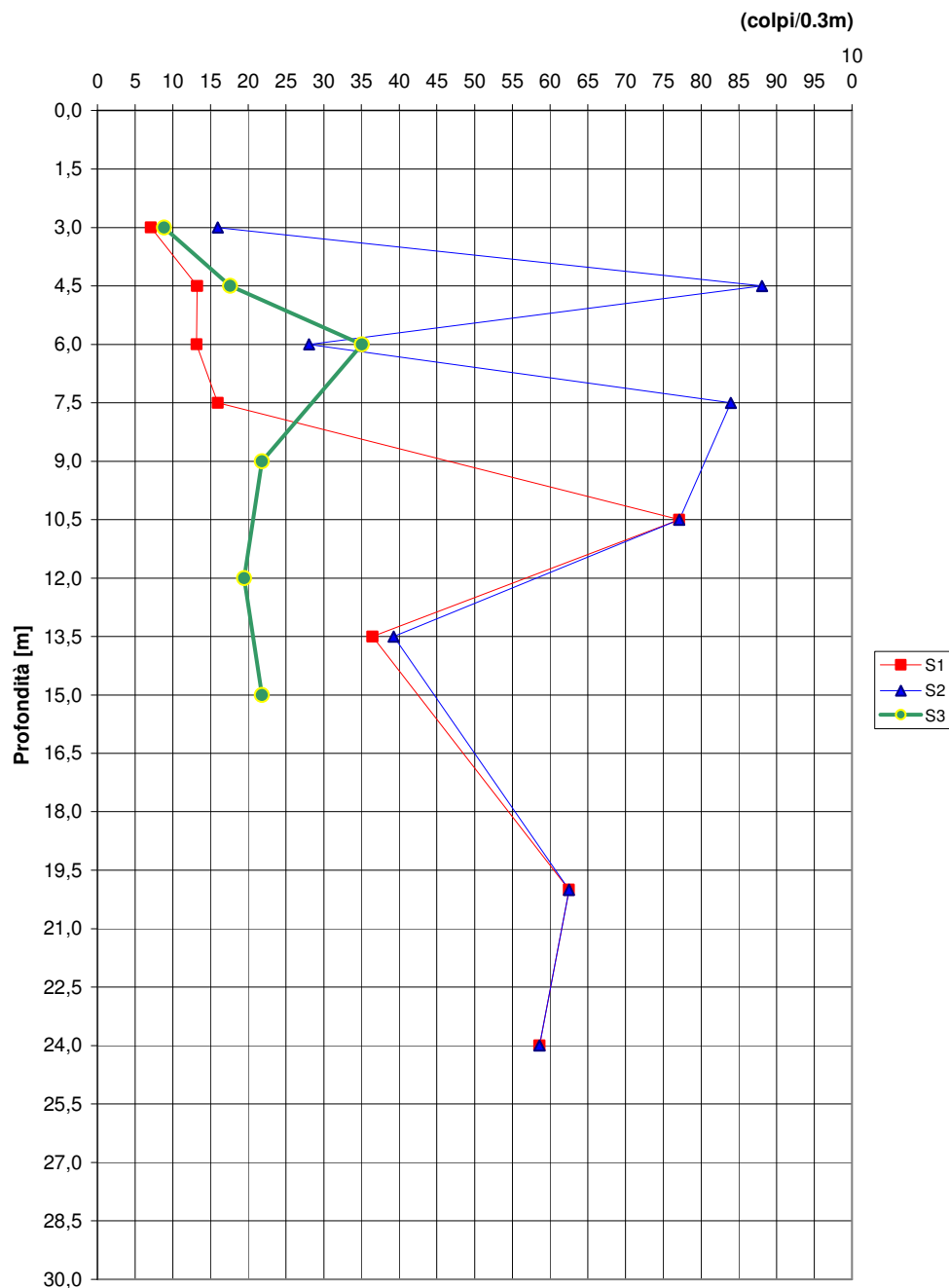



Figura 11: valori di resistenza alla penetrazione SPT normalizzati.

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

Nella tabella seguente si riportano i valori misurati e corretti di resistenza alla penetrazione SPT, così come utilizzati nei successivi calcoli. Si ricorda che la presenza di ciottoli può provocare alcune anomalie nei valori misurati (fino al rifiuto), come evidente per esempio nei primi metri del sondaggio S2; questi valori anomali non saranno quindi utilizzati nella successiva caratterizzazione sismica dei terreni.

| Profondità (m) | S1 | S2 | S3 |
|-------------------|----|----|----|
| 3.0 | 8 | 18 | 10 |
| 4.5 | 15 | R | 20 |
| 6.0 | 15 | 32 | 40 |
| 7.5 | 19 | R | - |
| 9.0 | - | - | 27 |
| 10.5 | R | R | - |
| 12.0 | - | - | 27 |
| 13.5 | 52 | 56 | - |
| 15.0 | - | - | 32 |
| 20.0 | R | R | - |
| 24.0 | R | R | - |


Tabella 2: valori di resistenza alla penetrazione SPT normalizzati.

5.2 Modello geotecnico di riferimento

Per la valutazione dei parametri geotecnici sono state utilizzate le più note e diffuse correlazioni, basate sui dati SPT normalizzati come riportato nei paragrafi precedenti, confrontati con le litologie in esame. Ove possibile, si sono utilizzati diversi approcci, confrontandone criticamente i risultati.

In particolare :

- ✓ Per le descrizioni litologiche ci si è basati sulle indicazioni per la classificazione in cantiere delle terre proposta dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977) e sulla classificazione AGI 1977 (si veda figura 12);

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

| | | | | |
|---------|------|--------|--------|--------------------|
| 0.002 | 0.06 | 2 | 60 | (Φ , mm) |
| ARGILLA | LIMO | SABBIA | GHIAIA | CIOTTOLI E BLOCCHI |

Per classificare un terreno dal punto di vista della granulometria sono necessarie analisi granulometriche di laboratorio.

Note alla classifica granulometrica

Per l'identificazione di terreni composti da più frazioni si segue il criterio :

siano A, B, C , i nomi degli intervalli principali (argilla, limo); siano p_1, p_2, p_3 le percentuali di A, B, C , presenti nella terra in esame; se, per esempio $p_1 > p_2 > p_3$ il terreno viene denominato col nome della frazione A , seguito dai nomi delle frazioni B e C preceduti dalla congiunzione "con", se il corrispondente p è compreso tra il 50 e il 250/o, seguiti dal suffisso "oso" se p è tra il 25 e il 100/o; o infine seguiti dal suffisso "oso" e preceduti da "debolmente" se p è compreso tra il 10 e il 50/o. Si definisce terreno di granulometria uniforme se $D_{60}/D_{10} < 2$ dove D_{60} e D_{10} sono i diametri corrispondenti al 60 ed al 100/o di passaggio rilevati dall'analisi granulometrica.


Si ricorda che esistono numerosi sistemi di classifica granulometrica, tra loro differenti per i limiti delle classi; (per un confronto vedi : Geotecnica, 1963)

Figura 12: Classificazione dei terreni secondo AGI, '77.

- ✓ per quanto riguarda la valutazione della densità relativa D_r ci si è basati sul metodo proposto da Gibbs e Holtz, confrontato con i metodi proposti da Kulhawy e Mayne (1990) (si veda figura 13);
- ✓ per quanto riguarda la stima del valore dell'angolo di attrito ϕ' ci si è basati sul metodo proposto da De Mello, confrontato con quello ricavato mediante la correlazione 1-/2- di Schmertmann (1975) e la relazione di Kulhawy and Maine (1990) (si veda figura 14) ;
- ✓ Per la determinazione del modulo elastico E' (figura 14) dei materiali granulari si è utilizzata la formula di Berardi e Lancellotta, utilizzando la seguente espressione:

$$E' = K_E \cdot p_a \cdot \left[\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right]^{0.5}$$

in cui

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | Nome file | |
| <p>K_E = numero del modulo, funzione della densità relativa (vedi figura 15); per $D_r=60\%$ si può assumere $K_E = 640$.</p> <p>P_a = pressione di riferimento = 100 kPa</p> <p>σ'_{vo} = pressione efficace alla quota della prova</p> | | | |

Pag. 23 di 63



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Revisione B

Nome file

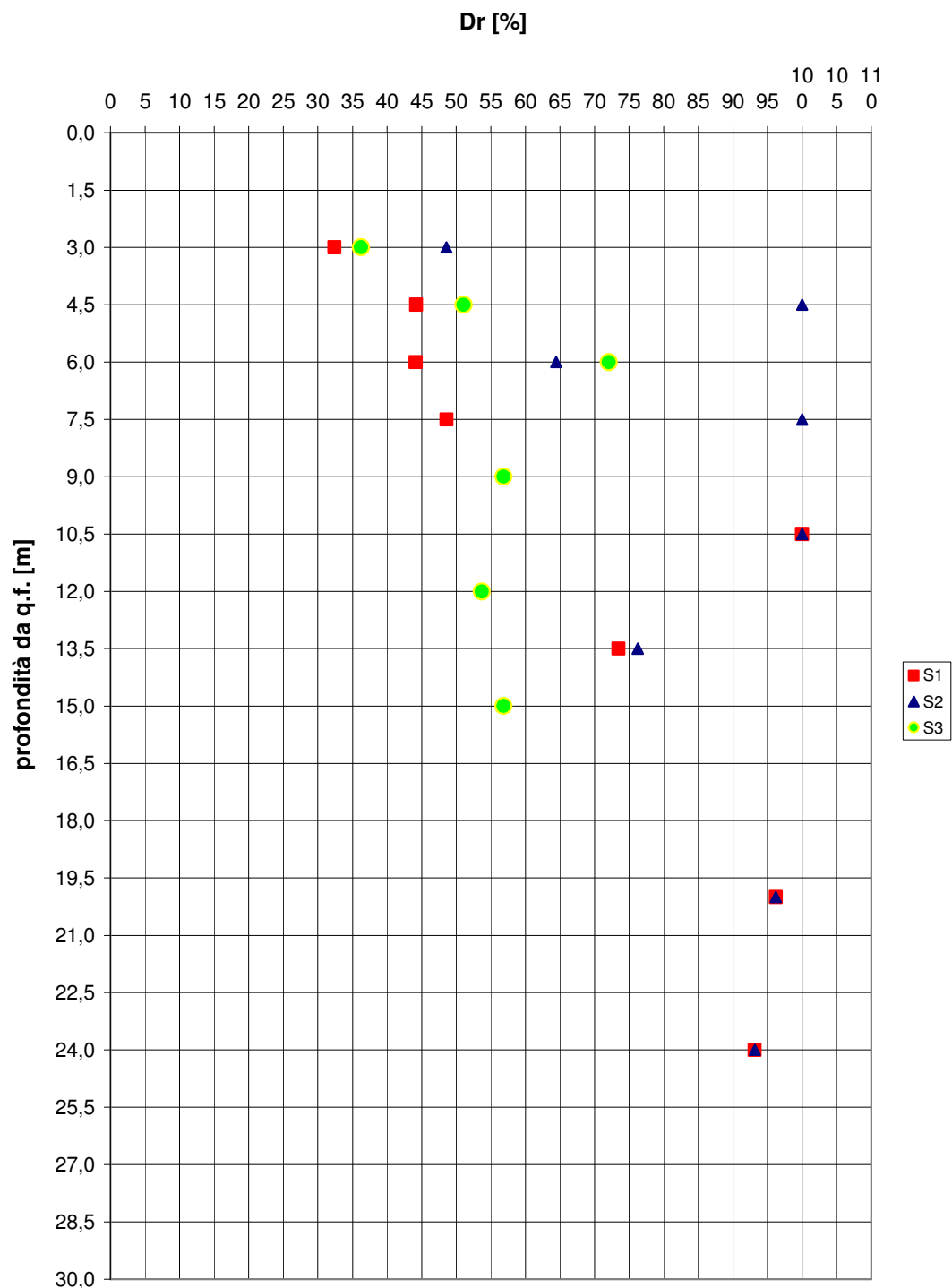


Figura 13: Valutazione della densità relativa Dr.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Revisione B

Nome file

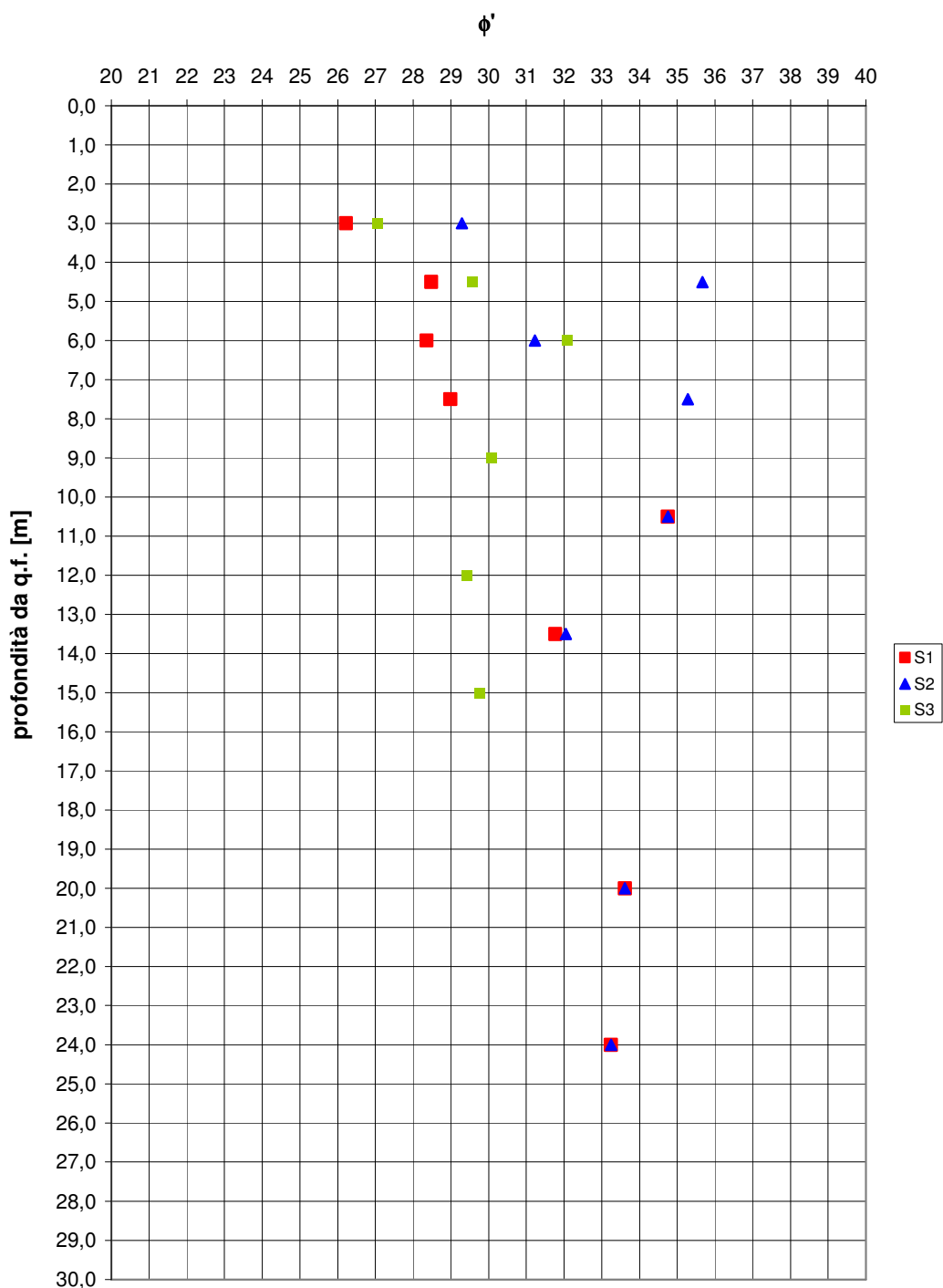


Figura 14: Valutazione dell'angolo di attrito ϕ



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

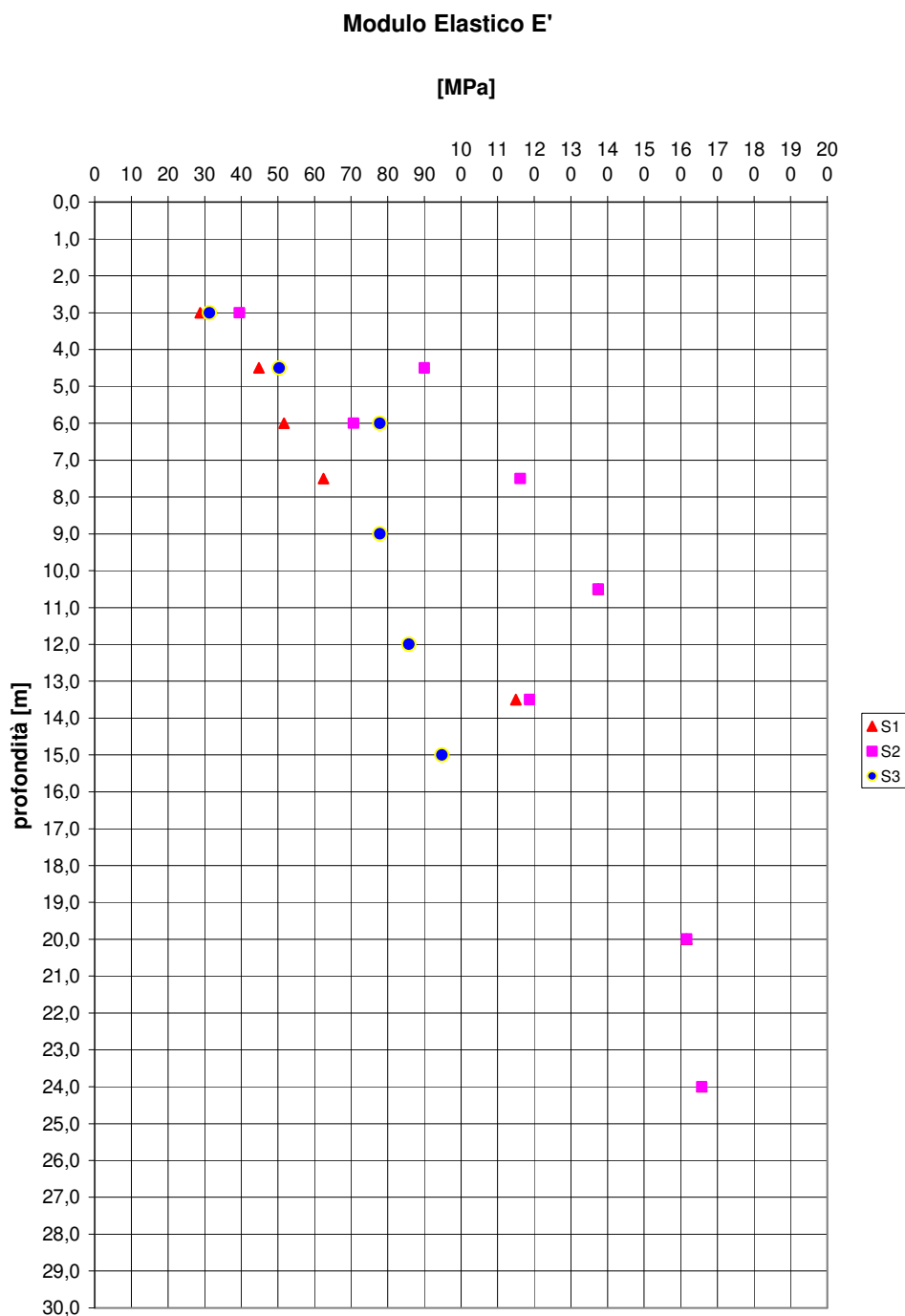


Figura 15: Valutazione del modulo E'.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

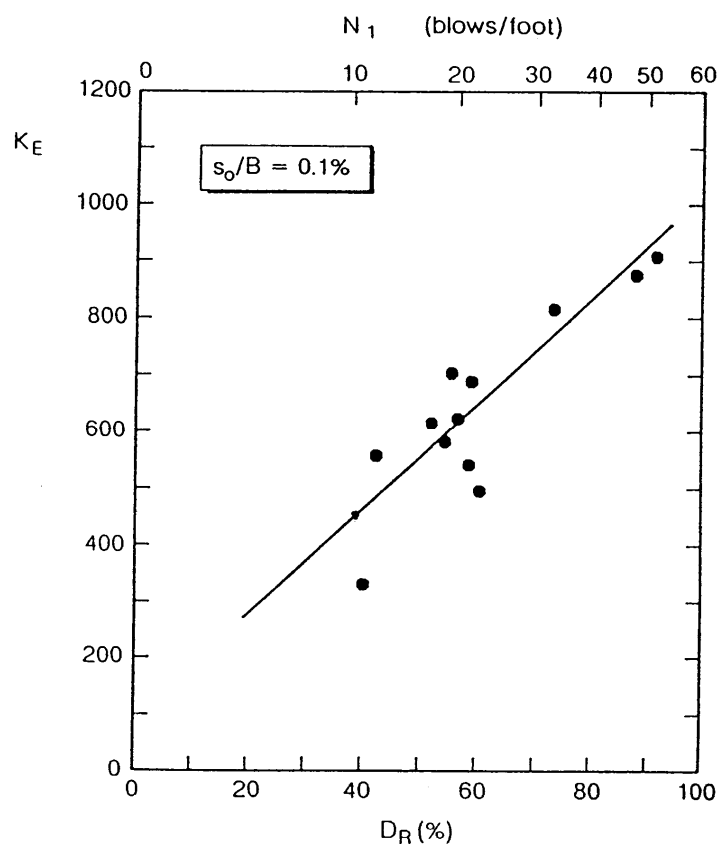



Figura 16: Correlazione tra il "numero del modulo", K_E , e la densità relativa, D_R


Sulla base di quanto precedentemente esposto, è possibile costruire il seguente modello geotecnico di riferimento per l'area interessata dalla realizzazione degli interventi in oggetto e base di partenza per le elaborazioni successive.

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

| Unità Geotecnica | γ [kN/m ³] | Dr [%] | ϕ' | E' [MPa] | Profondità da p.c. [m] | Litologia |
|------------------|-------------------------------|--------|---------|----------|------------------------|---|
| A | 17 | n.d. | (26°) | n.d. | 0.0-1.5/1.8 | Materiale di riporto |
| B | 18 | 30-50 | 26°-30° | 20-40 | 1.5/1.8-3.0 | Sabbia e ghiaia in matrice limoso-argillosa |
| C | 19 | 40-75 | 28°-32° | 40-80 | 3.0-6.0 | Ghiaia e sabbia a tratti ciottolosa |
| D | 19 | 50-70 | 29°-36° | 80-120 | 6.0-30.0 | Sabbia e ghiaia, a tratti deb. ciottolosa |

Tabella 3: Sintesi delle unità geotecniche e delle loro caratteristiche.

In questo modello la falda di progetto è stata convenzionalmente posizionata a 12 m di profondità dall'attuale piano campagna. Si sottolinea che il modello geotecnico e le caratteristiche meccaniche dei terreni sopra riportate sono state ricavate sulla base delle indagini geognostiche precedentemente indicate; sulla base delle caratteristiche generali del sottosuolo in questo settore di Milano si ritiene questo punto ragionevolmente rappresentativo delle condizioni generali su tutta l'area di interesse ed assolutamente adeguato per il livello di progettazione in oggetto.

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

6. CALCOLI E DIMENSIONAMENTI

6.1 Valutazione della capacità portante

La valutazione della capacità portante limite, nell'ipotesi di fondazioni dirette su terreni non coesivi, è stata eseguita utilizzando la formula generale di Brinch-Hansen (1970), modificata da Lancellotta (1987), con riferimento alla fondazione equivalente (definita come la parte della fondazione reale rispetto alla quale la risultante dei carichi é baricentrica):

$$Q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B_e \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q$$

dove:


- Q_{lim} = capacità portante ultima del terreno di fondazione.
- γ' = peso di volume sommerso del terreno.
- B_e = dimensione minore della fondazione equivalente.
- N_γ, N_q = fattori adimensionali di capacità portante legati all'angolo di attrito interno.
- s_γ, s_q = fattori correttivi che tengono conto della forma della fondazione.
- i_γ, i_q = fattori correttivi dovuti all'inclinazione del carico.
- d_γ, d_q = fattori correttivi che tengono conto della profondità del piano di imposta.
- q' = pressione verticale efficace agente attorno alla fondazione, alla quota del suo piano di imposta.

Il calcolo della capacità portante limite Q_{lim} viene eseguito per fondazioni dirette poste ad una profondità di circa -1.50/1.80 m dall'attuale piano campagna al di sotto dei terreni di riporto e/o rimaneggiati e/o vegetale all'interno dell'unità geotecnica denominata "B".

I calcoli verranno eseguiti per fondazioni dirette, sia con il metodo delle tensioni ammissibili sia con il metodo agli SLU secondo l'attuale normativa.

Come previsto infatti dal paragrafo 6.2.3.1 del DM 14.01.08 sulla base delle informazioni geotecniche e strutturali va verificato il rispetto della condizione.

$$Ed \leq Rd$$

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

Dove E_d è il valore di progetto dell'azione ed R_d è il valore di resistenza di progetto.

Riguardo alle verifiche previste dalle normative va considerato lo stato limite ultimo per il dimensionamento delle fondazioni (GEO).

Rispetto all'approccio precedente in cui le sollecitazioni d'esercizio non devono essere superiori a quelle di rottura divise per il coefficiente di sicurezza $F_s=3$, con il metodo semiprobabilistico si scinde l'unico coefficiente di sicurezza in più coefficienti.

Affinché una fondazione sia verificata nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo Stato Limite Ultimo.

Come si fa riferimento all'approccio 2 (DA2, della normativa citata, A1+M1+R3), dove si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le azioni A, per la resistenza dei materiali M e la resistenza globale R.


Di seguito si riportano le ipotesi conservative utilizzate nel calcolo della capacità portante.

5.3.1 VERIFICA CON IL METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

Di seguito si riporta la valutazione della capacità portante secondo le tensioni ammissibili

- Re-interrimento minimo delle fondazioni $D = 0.70$ m (figura 17)
- Caratteristiche dell'unità geotecnica interessata $\alpha' \geq 26^\circ$; falda di progetto non interagente;
- Carichi agenti con eccentricità nulla o contenuta nel terzo centrale;
- Modulo elastico medio rappresentativo di ogni unità geotecnica;
- Peso di volume del terreno $\gamma' = 18$ KN/m³.

Dal calcolo effettuato per diverse tipologie e dimensioni di fondazione risultano i valori minimi rappresentati nelle seguenti tabelle, da cui si evincono valori prudenziali minimi intorno a 1,05 Kg/cm² nelle ipotesi considerate.

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | <i>Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica</i> | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

| <i>B</i> | <i>L</i> | <i>D</i> | <i>B*</i> | <i>Q_{lim} [kPa]</i> | <i>F.S</i> | <i>Q_{amm} [kPa]</i> |
|----------|----------|----------|-----------|------------------------------|------------|------------------------------|
| 0,5 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 322,33 | 3,00 | 107,44 |
| 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 315,25 | 3,00 | 105,08 |
| 0,5 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 318,45 | 3,00 | 106,15 |

Evidentemente che cambiando le tipologie di fondazione, le profondità del piano d'appoggio e quindi le condizioni di calcolo questi valori si potranno modificare anche sostanzialmente.

5.3.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nella seguente tabella 5 si riportano i valori caratteristici dell'angolo di attrito delle unità geotecniche presenti sotto la base fondazionale ipotizzata.

| Unità geotecnica | Profondità [m] da p.c. | Litologia | $\phi'(k)$ (°) |
|------------------|---------------------------|--|-------------------|
| (A) B | 1.5/1.8-3.0 | Sabbia e ghiaia in matrice limoso- argillosa | 25.39 |
| C | 3.0-6.0 | Ghiaia e sabbia a tratti ciottolosa | 26.47 |
| D | 6.0-30.0 | Sabbia e ghiaia, a tratti deb. ciottolosa | 29.25 |

Tabella 4: Valori caratteristici dell'angolo di attrito delle unità geotecniche presenti sotto la base fondazionale ipotizzata

I precedenti parametri saranno da utilizzare nel caso di approccio 2.


Si ricorda che le verifiche da effettuare dovranno rispettare la condizione :

$$E_d \leq R_d$$

Dove :

E_d = valore di progetto dell'azione

R_d = valore di resistenza del terreno

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

Secondo le normative (Cap. 6.2.3.1 NTC08) la suddette verifiche devono essere effettuate impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

La scelta dell'approccio è delegata all'ingegnere progettista ed al progettista delle strutture.

Per i dimensionamenti geotecnici vanno utilizzati i valori riportati nel modello geotecnico del presente studio.

Dal calcolo effettuato per diverse tipologie e dimensioni di fondazione risultano i valori di seguito riportati.

| <i>B</i> | <i>L</i> | <i>D</i> | <i>B*</i> | <i>qlim</i> | <i>R3</i> | <i>rd [kPa]</i> |
|----------|----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------------|
| 0,50 | 0,90 | 0,7 | 0,3 | 301,37 | 2,30 | 131,03 |
| 0,70 | 0,90 | 0,7 | 0,5 | 294,09 | 2,30 | 127,87 |
| 1,0 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 299,24 | 2,30 | 130,10 |

Parametri geotecnici del terreno

| | | |
|-----------|------|-------------------|
| γ' | 18 | KN/m ³ |
| ϕ' | 25,4 | 0,4433 |
| coesione | 0 | |

I valori di Rd così trovati andranno confrontati, come in precedenza detto, con i valori delle azioni di progetto (Ed) che come comunicato dal progettista risultano essere pari a circa 850 daN/mq (circa 8,5 KN/mq) relativamente al piano rialzato.

Essendo $R_d > E_d$, la fondazione risulta verificata.

Si ricorda che al variare delle dimensioni della fondazione e/o del piano di posa si avranno valori di Rd anche molto diversi e quindi da ricalcolare opportunamente in una corretta interazione fra dimensionamento geotecnico e dimensionamento strutturale. Si ricorda inoltre che nel dimensionamento strutturale andranno anche tenuti presenti tutte le indicazioni sismiche riportate nel capitolo seguente.



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data

11/06/2014

N. Commessa

1503

C. Documento

1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

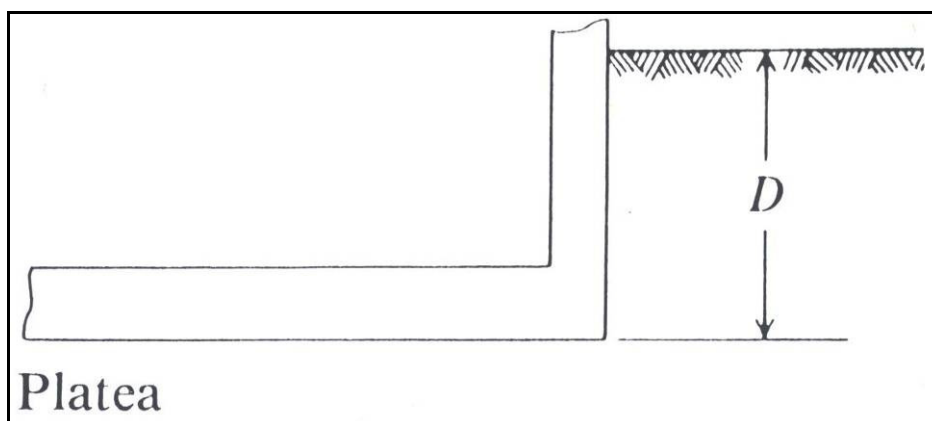
Revisione

B

Nome file

Viste le caratteristiche del materiale delle unità interessate (terreno granulare incoerente) e tenuto conto che tale unità si presenta con caratteristiche omogenee su tutta l'area si può assumere che i cedimenti attesi verranno scontati prevalentemente già in fase di costruzione.

Ricoprimento D in caso di Platea



Ricoprimento D in caso di travi rovesce

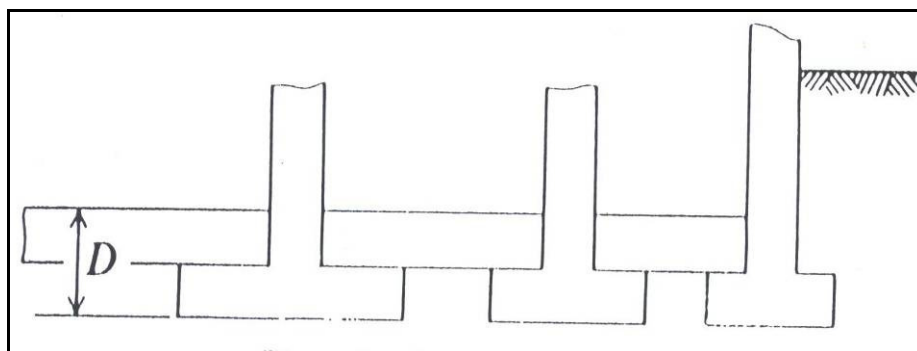



Figura 17: definizione di ricoprimento minimo delle fondazioni D.


| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

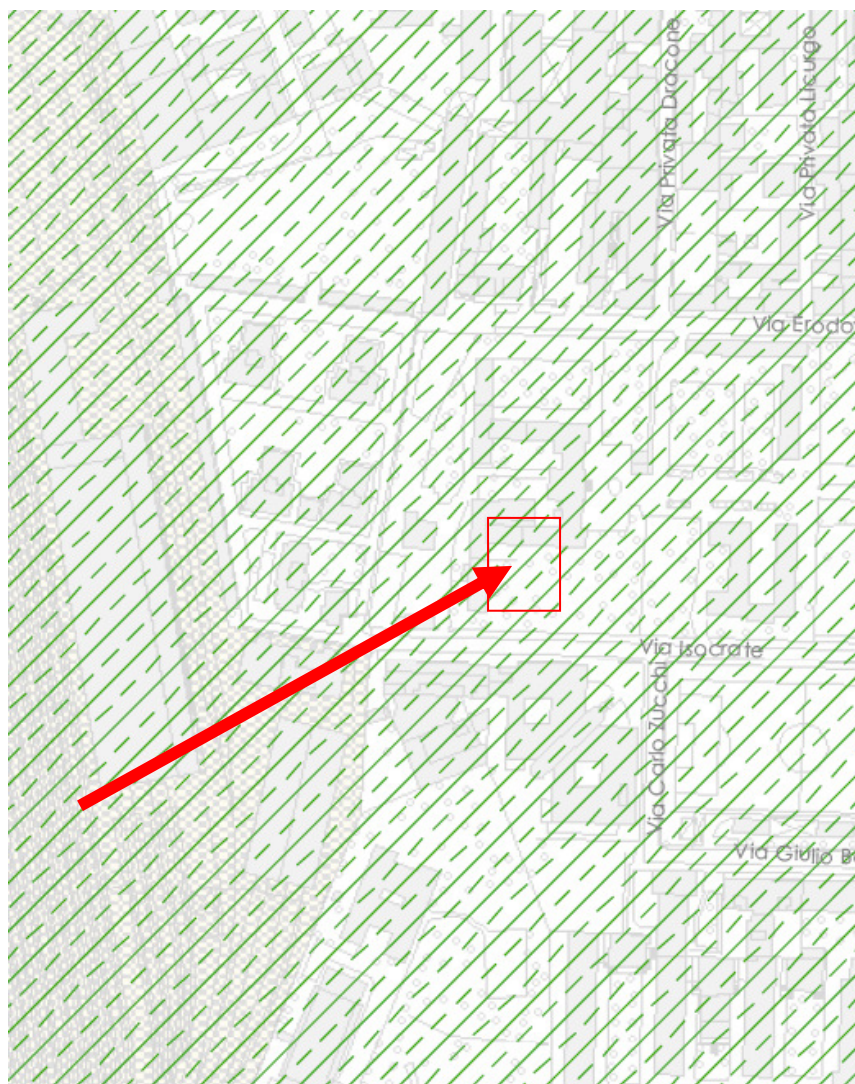
7. VINCOLI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA DI PIANO

Dal confronto con la cartografia della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano delle PGT del comune di Milano (Tavola 2A dello studio citato) emerge che l'area in oggetto ricade all'interno della **classe 2** (Fattibilità con modeste limitazioni).

Nella seguente figura 18 si riporta uno stralcio della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano a supporto del PGT del Comune.

Il confronto è stato fatto altresì con la carta dei vincoli (Tavola 2A dello studio citato) dello studio geologico del PGT del Comune. Dalla consultazione della carta, se ne riporta uno stralcio nella figura 19, emerge che l'area in oggetto è ubicata all'interno delle fasce di rispetto di n. 3 pozzi pubblici.

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



FATTIBILITA' GEOLOGICA

Classi di fattibilità geologica





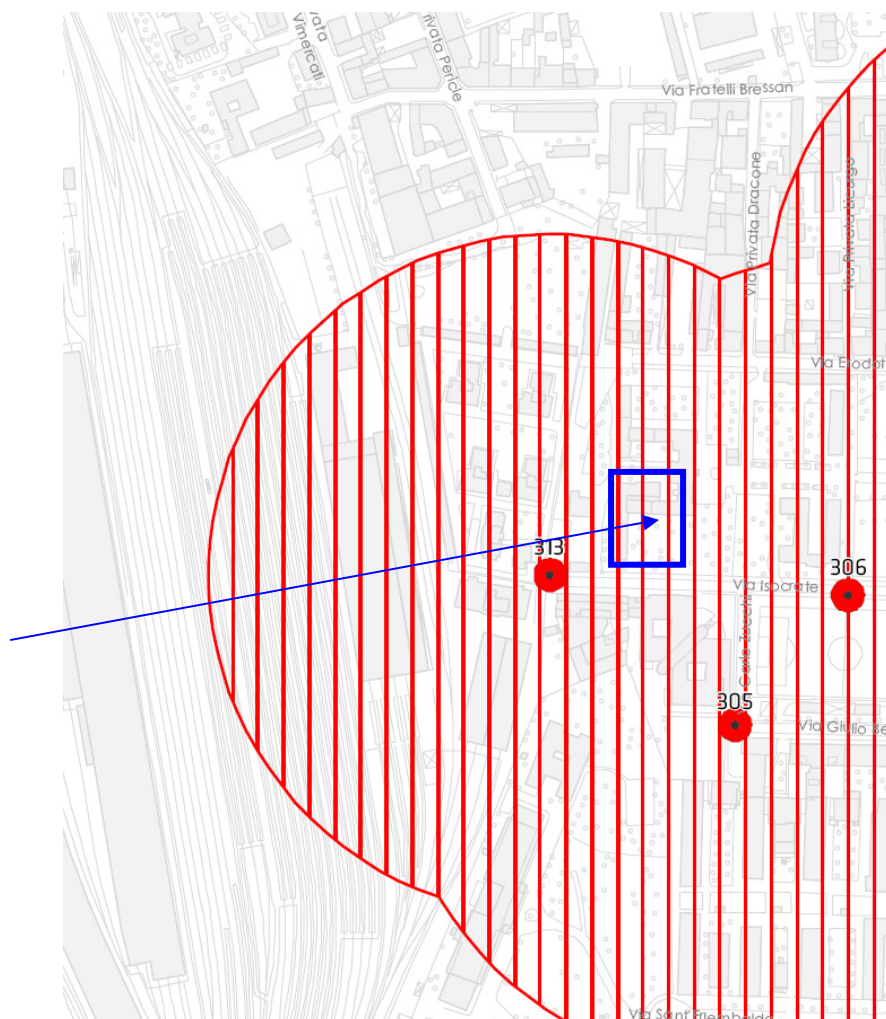
- | | |
|---|---|
|  | F2 - Fattibilità con modeste limitazioni |
|  | F3 - Fattibilità con consistenti limitazioni |
| F3a | Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (tempi di ritorno >50 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche. |
| F3b | Aree a bassa soggiacenza della falda (< 5 m) |
| F3c | Zone a litologia limoso-argillosa prevalente |
| F3d | Ambiti di cava cessata |
|  | F4 - Fattibilità con gravi limitazioni |
| F4a | Aree allagate in occasione di eventi meteorici intensi o allagabili con maggiore frequenza (tempi di ritorno <50 anni) e/o con valori di velocità ed altezze d'acqua tali da pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche. |

Figura 18: Stralcio della Carta di Fattibilità geologica dello studio geologico a supporto del PGT del Comune di Milano

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



Pozzi (DLgs 152/2006 e DGR 7/12693)



- Id
• Pozzi di captazione
- Zona di tutela assoluta (10 m.)
-  Fasce di rispetto (200 m.)

Figura 19: Stralcio della Carta dei Vincoli dello studio geologico a supporto del PGT del Comune di Milano

| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

8. COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

Come si evince dalla figura 19 precedente e anche dalla consultazione della carta idrogeologica (Figura 20) dello Studio geologico del comune di Milano, in prossimità dell'area vi sono n. 3 pozzi pubblici ad uso idropotabile.


Dalla consultazione del. Catasto pozzi della Provincia di Milano e dal servizio SIF, è stato possibile risalire alla loro codifica ed alla stratigrafia dei pozzi, che sono riportate nelle seguenti figure 21, 22, 23.



Figura 20: Stralcio della Carta Idrogeologica dello studio geologico a supporto del PGT del Comune di Milano

I pozzi interessati hanno i seguenti codici SIF, assegnati dall'ufficio comunale:

- 0151460313
- 0151460306
- 0151460305

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | <i>Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica</i> | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

Si fa notare che le ultime 3 cifre corrispondono alla numerazione riportata sulla carta dei Vincoli visualizzabile in figura 19.

Dallo studio delle stratigrafie, sintetizzando, emerge che tutti e tre i pozzi hanno profondità rilevanti: 2 (306 e 313) circa 100 m ed uno 167 m (305). Inoltre tali pozzi hanno i filtri, per la captazione dell'acqua di falda, ad una profondità maggiore di 40 m e che è sempre presente uno strato di argilla avente spessore minimo di circa 1.50 m. Uno dei pozzi, il n. 305, capta l'acqua di falda attraverso un primo filtro posizionato ad una profondità compresa tra 107 e 113 ed un secondo filtro presente tra 141 e 147.

Da quanto descritto, considerando la profondità dei filtri, lo strato di protezione naturale dello strato di argilla ed inoltre considerato che le opere in progetto interesseranno, comprese le fondazioni, soltanto il livello più superficiale del suolo si può dire che l'intervento di ristrutturazione del piano rialzato dell'edificio "padiglione ricovero" risulta **compatibile dal punto di vista idrogeologico** con la presenza dei pozzi pubblici disposti ad una distanza minore dei 200 m.



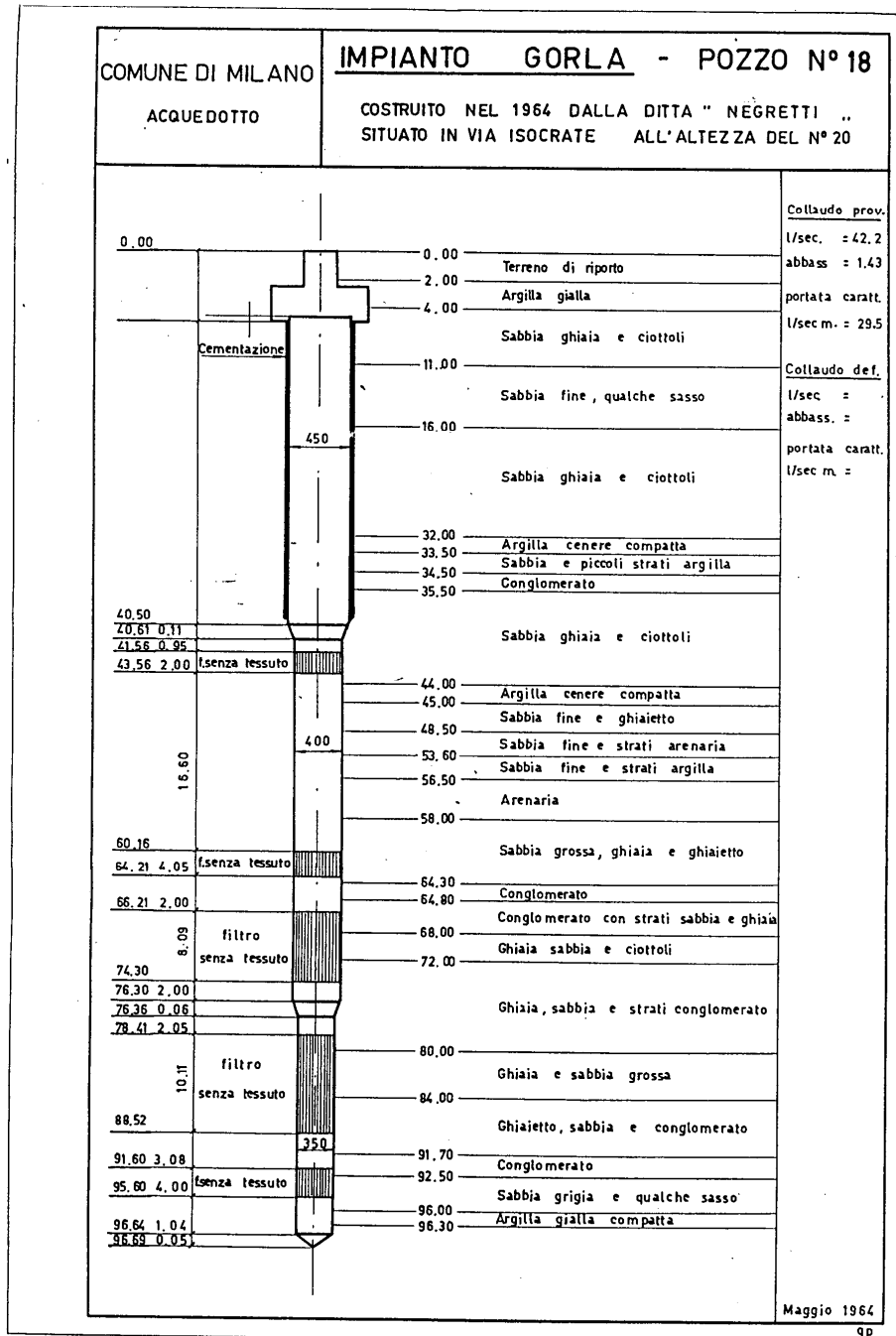
Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica



0151460313

Figura 21: Stratigrafia del pozzo pubblico con codice SIF: 015460313



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

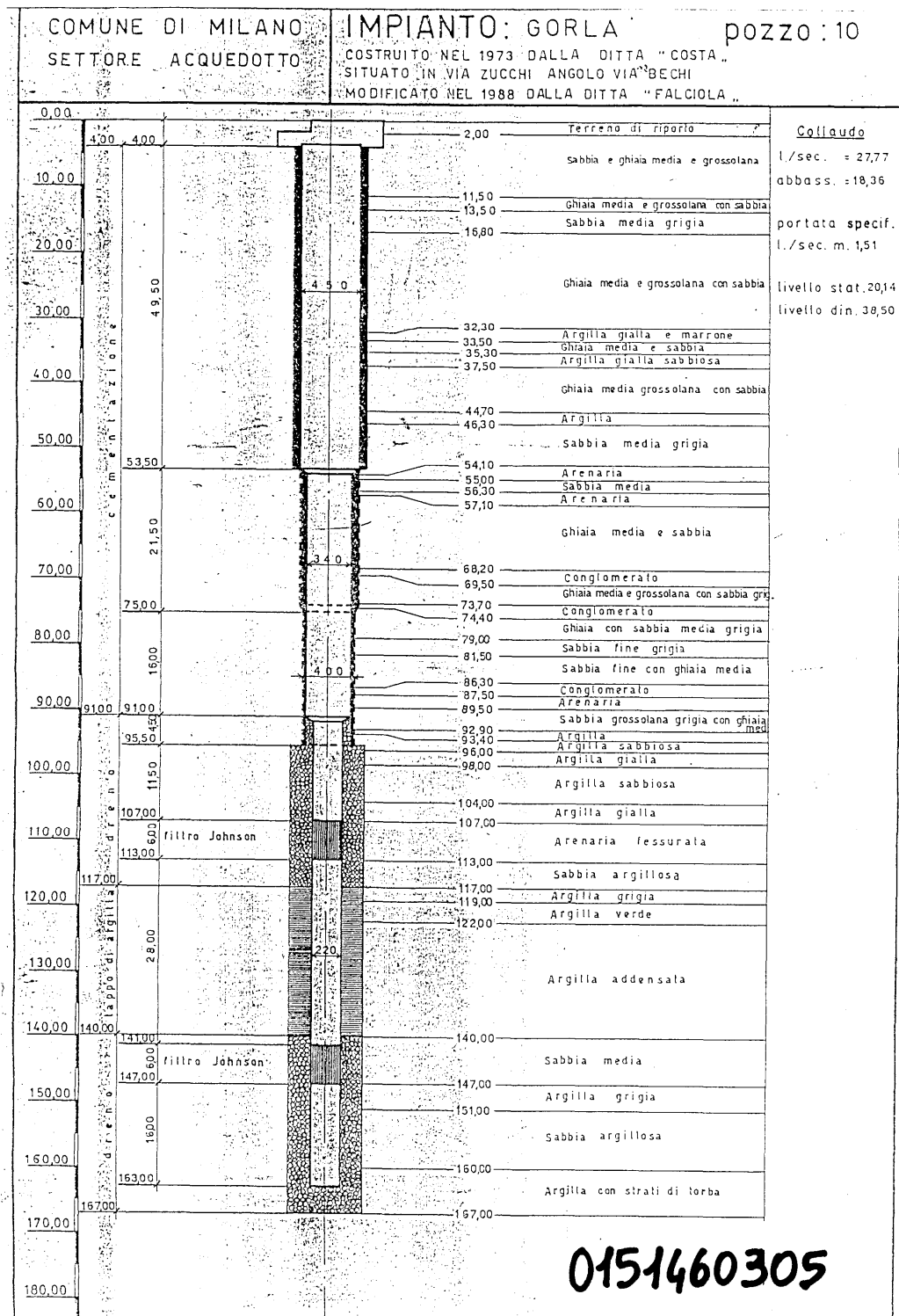
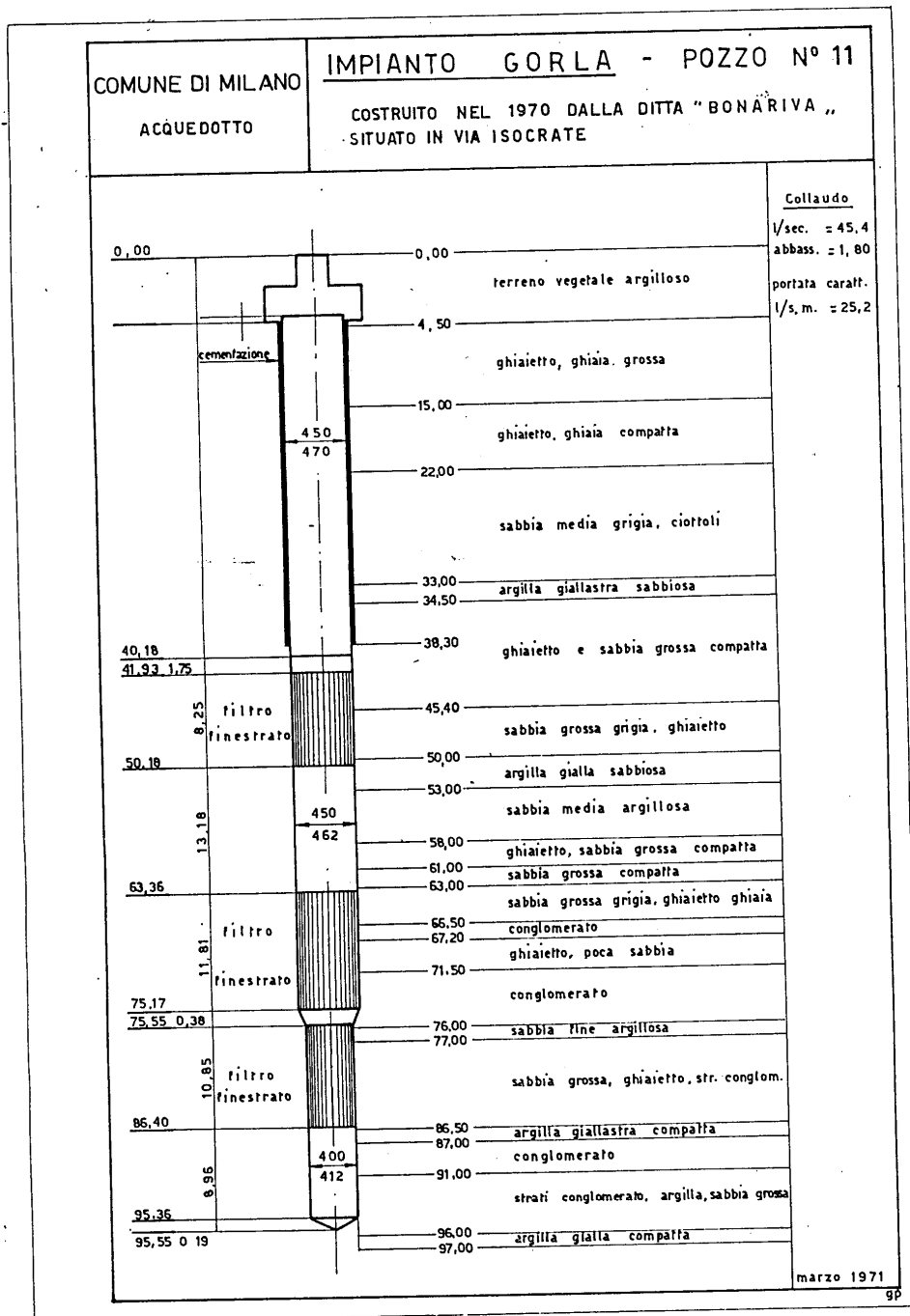



Figura 22: Stratigrafia del pozzo pubblico con codice SIF: 015460305



0151460306

Figura 23: Stratigrafia del pozzo pubblico con codice SIF: 015460306

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

9. ASPETTI SISMICI

L'emanazione dell'ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 ha determinato la nuova classificazione sismica del territorio nazionale attraverso la definizione di 4 zone sismiche. La Regione Lombardia, così come disposto nell'art. 2 dell'ordinanza, ha provveduto con D.G.R. n.7/14964 del 7 novembre 2003, alla formazione ed all'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche, stabilendo per ciascun comune la classe sismica di appartenenza (si veda la figura 22).

Secondo questa nuova classificazione il comune di Milano appartiene alla zona sismica 4, identificata da un valore di accelerazione orizzontale di picco a_g , con la probabilità del 10 % di essere ecceduta nei prossimi 50 anni, pari a 0,05 g (si veda la tabella 5).

| Zona | Valori di a_g |
|------|-----------------|
| 1 | 0,35 g |
| 2 | 0,25 g |
| 3 | 0,15 g |
| 4 | 0,05 g |

Tabella 5: valori di accelerazione orizzontale massima in funzione della zona sismica.

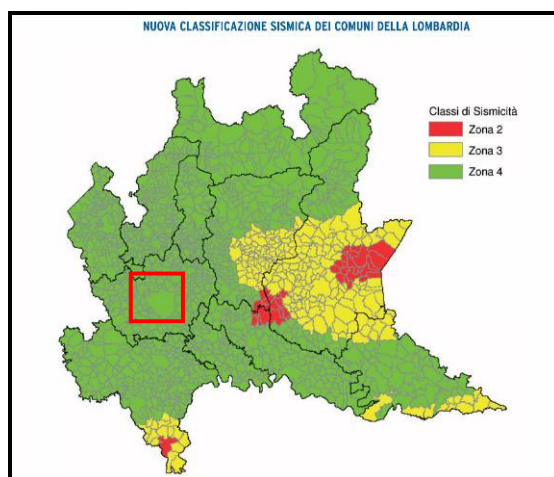



Figura 24: Classificazione sismica dei comuni della Lombardia in seguito all'Ordinanza 3274/2003 (D.G.R. n.7/14964 del 7 novembre 2003).

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

7.1 Modello sismico monodimensionale e calcolo delle V_{s30}

Dalle indagini sismiche effettuate in sito attraverso la metodologia MASW, è stato ottenuto si ottiene il seguente modello (Figura 24) medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, rappresentativo dell'area investigata (figura 25):

| MASW 1 | | | |
|---------------|--------------|----------|------------|
| Strato | Spessore [m] | Vs [m/s] | Profondità |
| 1 | 0.72 | 242.40 | 0.72 |
| 2 | 0.90 | 218.40 | 1.62 |
| 3 | 1.12 | 182.74 | 2.74 |
| 4 | 1.40 | 308.01 | 4.14 |
| 5 | 1.75 | 352.89 | 5.89 |
| 6 | 2.19 | 297.09 | 8.08 |
| 7 | 2.74 | 266.56 | 10.82 |
| 8 | 3.42 | 391.65 | 14.24 |
| 9 | 4.28 | 462.93 | 18.52 |
| 10 | 5.35 | 471.10 | 23.86 |
| 11 | 6.68 | 505.28 | 30.55 |
| 12 | 7.64 | 677.51 | 38.18 |

Figura 24: modello sismico monodimensionale



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Shear-Wave Velocity Profile from Surface waves inversion

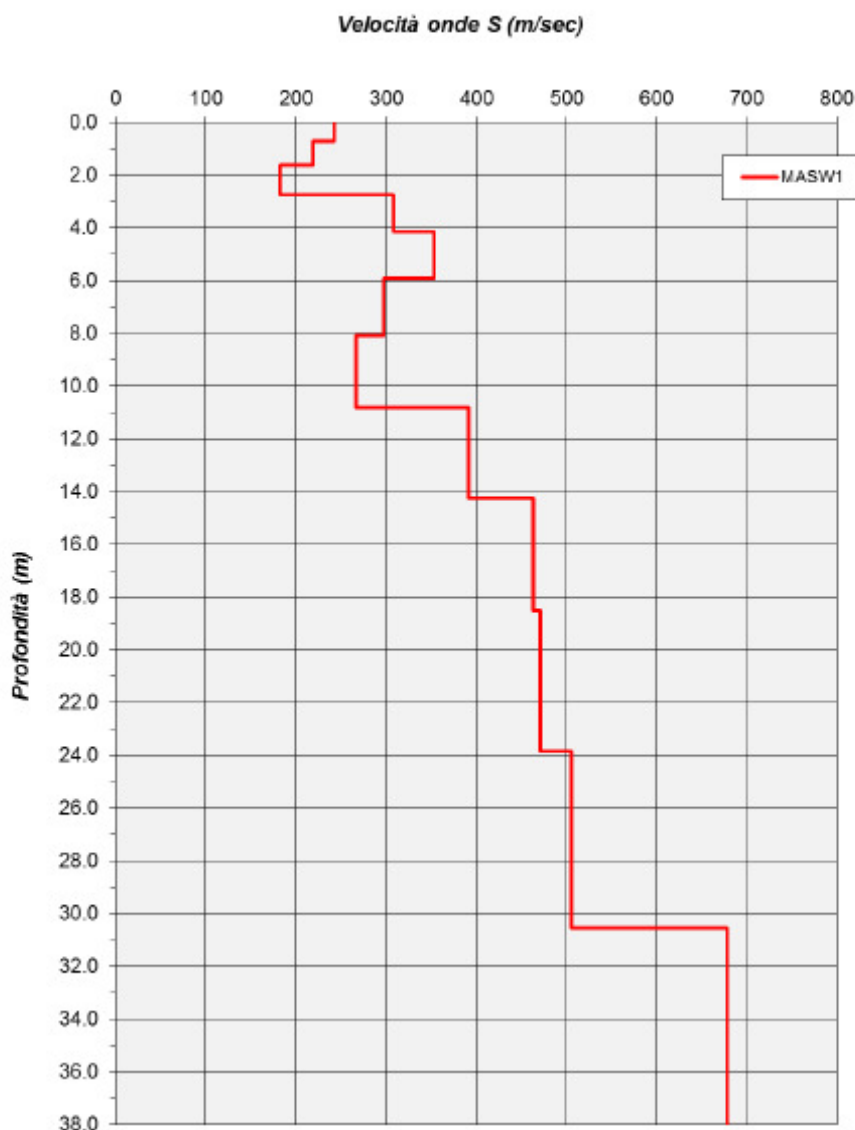



Figura 25: grafico velocità onde S (M/S) / profondità (m)

A partire da questo modello sismico monodimensionale, è stato possibile calcolare il valore delle Vs30, il quale rappresenta la “velocità equivalente” di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vs30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.01.2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

dove H_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Le categorie di sottosuolo secondo il D.M. 14.01.2008 risultano così identificate (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

| Categori a | Descrizione del profilo stratigrafico | Parametri | | |
|---------------|--|------------------|--------------|------------------|
| | | $V_{s,30}$ (m/s) | $N_{SPT,30}$ | $C_{u,30}$ (kPa) |
| A | <u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</u> , caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m | > 800 | - | - |
| B | <u>Rocce tenere e depositi di terreni da grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | 360-800 | >50 | >250 |
| C | <u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | 180-360 | 15-50 | 70-250 |
| D | <u>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | <180 | <15 | <70 |
| E | <u>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</u> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). | | | |



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223


| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

| | | | | |
|-----------|--|--|--|--|
| S1 | <u>Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} \leq 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche</u> | | | |
| S2 | <u>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</u> | | | |

A partire dal profilo Vs-profondità ricostruito per l'area in esame è possibile calcolare, con la formula sopra riportata, il valore delle $V_{s,30}$; come quoziente di calcolo si è assunto conservativamente il piano campagna (cioè la quota di piazzale del piano di esecuzione dello sperimentalismo sismico):


| Quota di calcolo da p.c. | $V_{s,30}$ [m/s] | Categoria sottosuolo |
|--------------------------|------------------|----------------------|
| 0.0 m | 366.61 | B |

| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

8. INDICAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base di tutti i dati disponibili esposti nei capitoli precedenti, di seguito si forniscono alcune brevi indicazioni da tenere in considerazione sia durante la fase progettuale che quella esecutiva:

- il modello geotecnico di riferimento, riportato nella tabella 3 risulta costituito da un primo livello di materiali di riporto dello spessore medio di 1.5-1.8 m (unità A) seguito da una successione incoerente prevalentemente di natura ghiaioso-sabbiosa talvolta in matrice limoso -argillosa con livelli più grossolani (ciottoli) che si estende con continuità fino a circa 30 m di profondità da p.c. attuale;
- la falda freatica risulta posta nell'area in esame a profondità di progetto valutata in circa -12.00 m e dunque non interagente con la realizzazione delle opere in progetto;
- per quanto riguarda i valori della capacità portante Q_{amm} si rimanda al relativo, in cui si riportano i calcoli per diverse tipologie fondazionali: la tipologia fondazionale più idonea andrà valutata sulla base dei cedimenti tollerabili dagli edifici in progetto; generalmente i valori potranno comunque essere dell'ordine dei 1.05 Kg/cm² per fondazioni dirette (plinti) intestate per almeno 0,7 metri
- l'area in oggetto ricade interamente all'interno della classe fattibilità geologica **classe 2** (Fattibilità con modeste limitazioni);
- rispetto ai vincoli presenti nel comune di Milano, l'area in oggetto è ubicata all'interno delle fasce di rispetto dei 200 m di n. 3 pozzi pubblici.
- A tal proposito è stata fatta una valutazione rispetto alle caratteristiche costruttive dei pozzi ed alla stratigrafia riscontrata ed è risultata la piena compatibilità idrogeologica tra l'intervento di progetto e la presenza dei sopra citati pozzi.
- sulla base dei valori di Vs30 calcolati in base all'indagine MASW, appositamente realizzata, è stato possibile assegnare al profilo stratigrafico del suolo presente nell'area la Categoria di suolo = B; sulla base della normativa regionale vigente (DGR 7374/2008, allegato 5)
- particolare attenzione dovrà essere posta infine durante le fasi di approfondimento e di apertura degli scavi per la natura incoerente e non sempre ben addensata dei terreni; in linea generale si ricorda che le pareti degli scavi dovranno avere pendenze idonee

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | <i>Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica</i> | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

a garantire la stabilità durante i lavori (cioè con massima pendenza inferiore a 1/2 - verticale/orizzontale) tenendo conto dei fenomeni di precipitazione intensa, possibile causa di erosioni e dissesti; gli scavi con pareti prossime alla verticale, con altezze dei fronti superiori a 1,5 metri o soggetti a sovraccarichi (stradali, cantieristici, ecc) ed in vicinanza di edifici/costruzioni esistenti dovranno essere armati utilizzando strutture od opere di sostegno adeguatamente dimensionate (D.lgs. 494/96).

- vista la tipologia dell'opera completamente diversa da quella esistente, soprattutto dal punto di vista fondazionale (tipologia, quote, e cc..) è necessario prevedere una soluzione di continuità fra il copro esistente ed il corpo in progetto, per evitare che al diversa storia tensionale provochi interazioni negative, crepe ecc..
- infine si ricorda la necessità di fare tutte le opportune necessarie valutazioni per quanto riguarda le modalità di approccio relativamente alla gestione dei materiali di scavo in ottemperanza alle normative vigenti. In particolare la normativa attuale (tenendo comunque conto del DLgs 152/06 e del DM 161/12) è regolata dal DL 69 del 29 giugno 2013, convertito con L. n. 98/13 sia dal punto di vista della necessità di effettuare delle Indagini Preliminari Ambientali, sia per la realizzazione di eventuali riporti e o conferimenti di materiali.





Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

ALLEGATO A

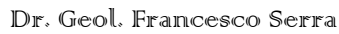
- INDAGINI GEOGNOSTICHE: STRATIGRAFIE -



Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |

[illegible]



Ristrutturazione sede di viale Monza 223

11/06/2014

1503

1503-01

Revisione

| |
|---|
| B |
|---|

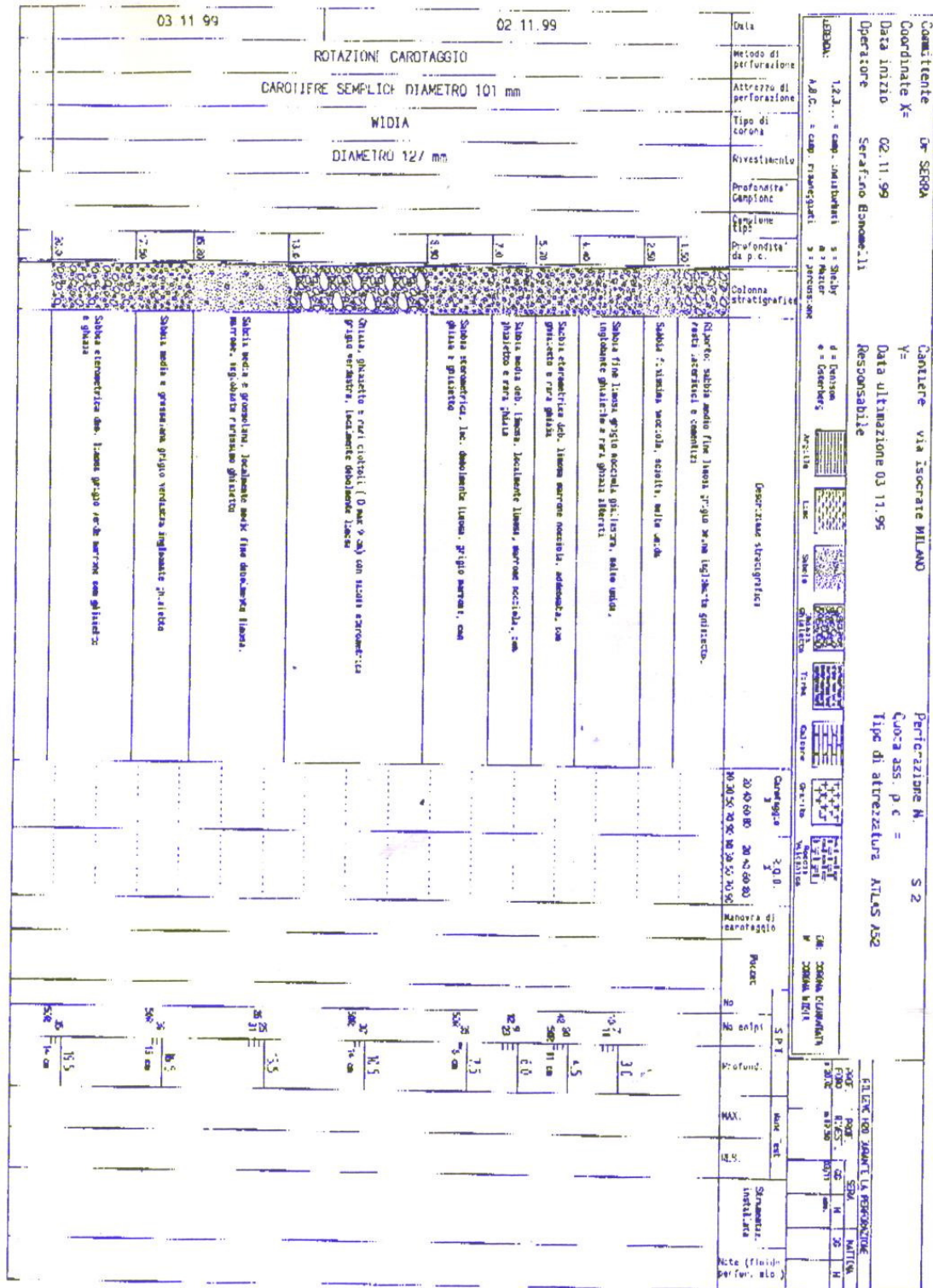
| | |
|--|--|
| | |
|--|--|


Pag. 51 di 63



Ristrutturazione sede di viale Monza 223


| | |
|--------------|------------|
| Data | 11/06/2014 |
| N. Commessa | 1503 |
| C. Documento | 1503-01 |
| Revisione | B |
| Nome file | |



| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

ALLEGATO B

- INDAGINI GEOGNOSTICHE: FOTO -


| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



S1 = Cassetta catalogatrice da 0 a 5.0 m

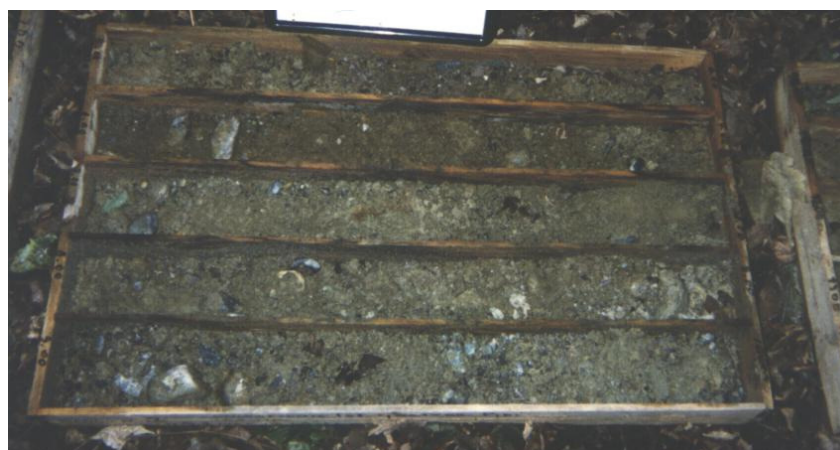


S1 = Cassetta catalogatrice da 5.0 a 10.0 m


| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



S2 = Cassetta catalogatrice da 0.0 a 5.0 m

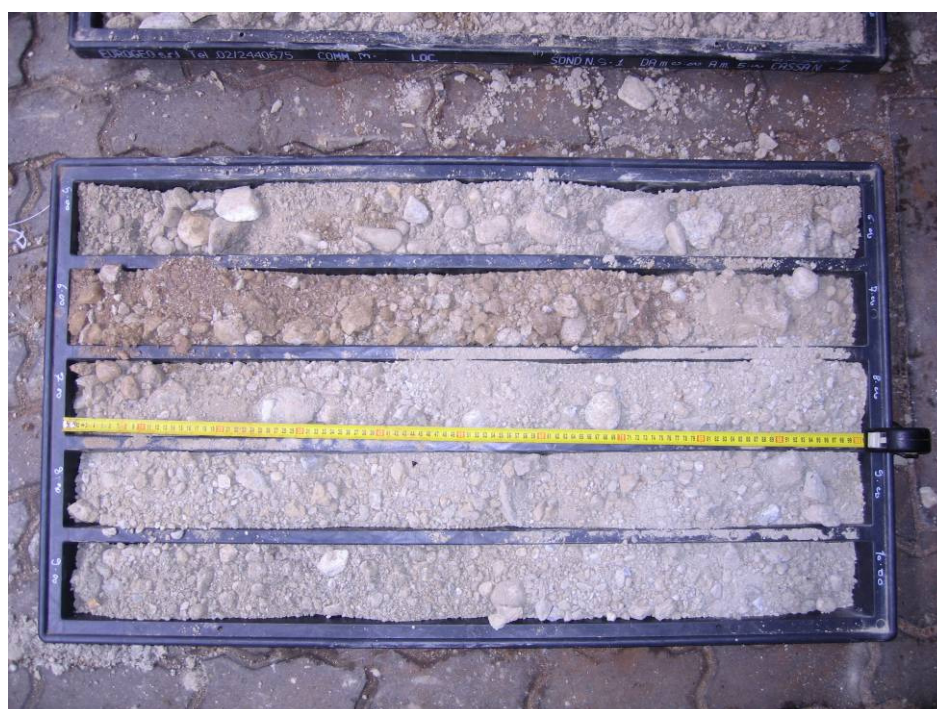


S2 = Cassetta catalogatrice da 5.0 a 10.0 m


| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

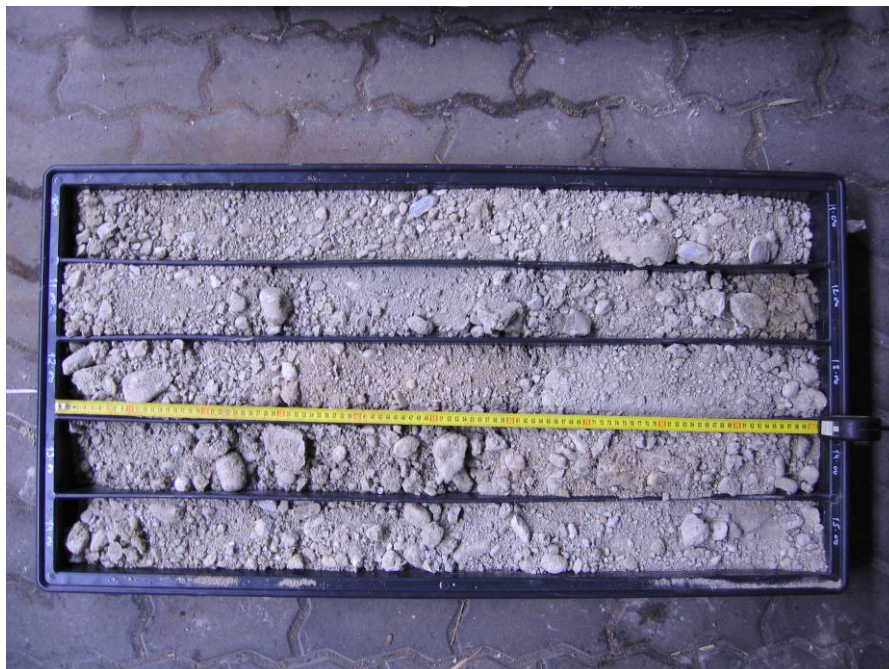


S3 = Cassetta catalogatrice da 0 a 5.0 m

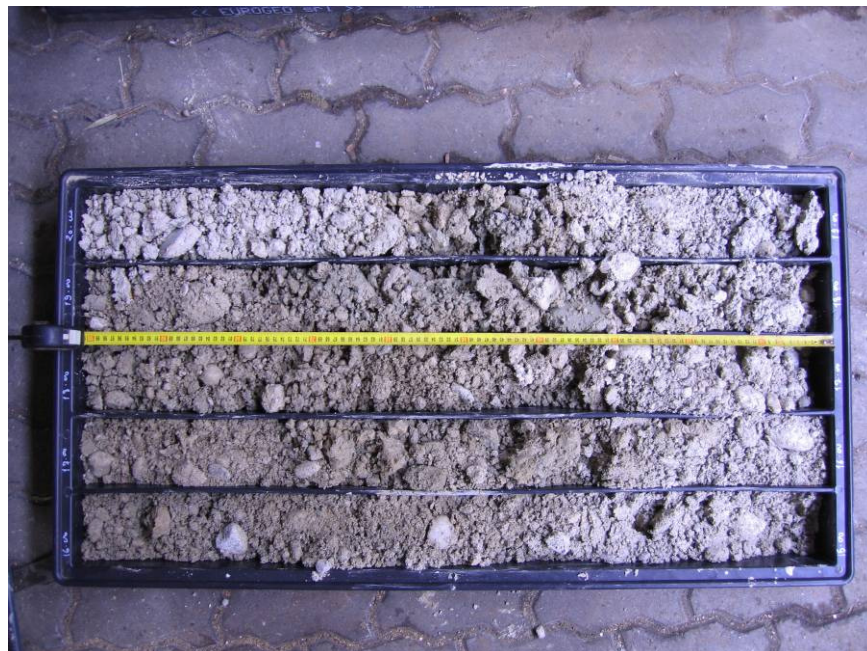


S3 = Cassetta catalogatrice da 5.0 a 10.0 m


| | | | |
|--|---|--------------|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



S3 = Cassetta catalogatrice da 10.0 a 15.0 m



S3 = Cassetta catalogatrice da 15.0 a 20.0 m

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | <i>Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica</i> | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

ALLEGATO C **- Documentazione Fotografica dell'area -**



| | | | |
|--|---|--|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica,sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |



Foto1 : Vista Sud dell'edificio esistente dell' A.O. Gaetano Pini. Area dell'ampliamento in progetto



Foto 3 : stendimento sismico MASW realizzato

| | | | |
|--|---|---|------------|
|  Dr. Geol. Francesco Serra | A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini Ristrutturazione sede di viale Monza 223 | Data | 11/06/2014 |
| | | N. Commessa | 1503 |
| | | C. Documento | 1503-01 |
| | | Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica | |
| | | Revisione | B |
| | | Nome file | |

ALLEGATO D

- CALCOLI E DIMENSIONAMENTI -



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Revisione B

Nome file



Dr. Geol. Francesco SERRA – Studio di GEOLOGIA TECNICA e SERVIZI per l'AMBIENTE –
Via Dante Alighieri 6 Aprile 17 – 26027 Rivolta d'Adda (Cr) Tel: 0363.79065; Fax 0363 707620;
E-mail : geoserra@serrafr.191.it CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190

Committente : A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Località : Via Isocrate Milano

Data : Giugno 2014

Comm.: 1503

Valutazione della Capacità Portante - Terreno non coesivo

Formula di Brinch-Hansen

$$q_{lim} = 0,5 * \gamma' * (B^*) * N_y * s_y * d_y * i_y + q' * N_q * s_q * d_q * i_q$$

Fondazioni dirette

| B | L | D | B* | Q _{lim} [kPa] | F.S | Q _{amm} [kPa] |
|-----|-----|-----|-----|------------------------|------|------------------------|
| 0,5 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 322,33 | 3,00 | 107,44 |
| 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 315,25 | 3,00 | 105,08 |
| 0,5 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 318,45 | 3,00 | 106,15 |

Parametri geotecnici del terreno

| | | |
|-----------|----|-------------------|
| γ' | 18 | KN/m ³ |
| ϕ' | 26 | 0,4538 |
| coesione | | |

Kp= 2,5610706

Fattori adimensionali di capacità portante
dipendenti da ϕ

| N _y | N _c | N _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 12,54 | n.c. | 11,85 |

Fattori correttivi dovuti alla forma della fondazione

| s _y | s _c | s _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 0,9 | 0,00 | 1,18 |
| 0,8 | 0,00 | 1,25 |
| 0,9 | 0,00 | 1,16 |

Fattori correttivi che tengono conto del piano di
posa

| d _y | d _c | d _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 1,0 | 0,0 | 1,65 |
| 1,0 | 0,0 | 1,46 |
| 1,0 | 0,0 | 1,65 |



Dr. Geol. Francesco Serra

A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini

Ristrutturazione sede di viale Monza 223

Data 11/06/2014

N. Commessa 1503

C. Documento 1503-01

Relazione geologica, geotecnica, sismica e compatibilità idrogeologica

Revisione B

Nome file



Dr. Geol. Francesco SERRA – Studio di GEOLOGIA TECNICA e SERVIZI per l'AMBIENTE –

Via Dante Alighieri 6 - 26027 Rivolta d'Adda (Cr) Tel: 0363.79065; Fax 0363 707620;

E-mail : geoserra@serrafr.191.it CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190

Committente : Gaetano Pini**Località : Via Isocrate Milano****Data : giugno 2014****Comm.: 1503****Valutazione della Capacità Portante - Terreno non coesivo**

Formula di Brinch-Hansen

$$q_{lim} = 0,5 * \gamma' * (B^*) * N_y * s_y * d_y * i_y + q' * N_q * s_q * d_q * i_q$$

Fondazioni dirette

| B | L | D | B* | q _{lim} | R ₃ | rd [kPa] | Rd [KN] |
|------|------|-----|-----|------------------|----------------|----------|---------|
| 0,50 | 0,90 | 0,7 | 0,3 | 301,37 | 2,30 | 131,03 | 58,96 |
| 0,70 | 0,90 | 0,7 | 0,5 | 294,09 | 2,30 | 127,87 | 80,56 |
| 1,0 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 299,24 | 2,30 | 130,10 | 130,10 |

Parametri geotecnici del terreno

| | | |
|-----------|------|-------------------|
| γ' | 18 | KN/m ³ |
| ϕ' | 25,4 | 0,4433 |
| coesione | 0 | |

Fattori adimensionali di capacità portante

| N _y | N _c | N _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 11,51 | n.c. | 11,12 |

Fattori correttivi dovuti alla forma della fondazione

| s _y | s _c | s _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 0,9 | 0,00 | 1,18 |
| 0,8 | 0,00 | 1,25 |
| 0,8 | 0,00 | 1,32 |

Fattori correttivi che tengono conto del piano di

| d _y | d _c | d _q |
|----------------|----------------|----------------|
| 1,0 | 0,0 | 1,65 |
| 1,0 | 0,0 | 1,46 |
| 1,0 | 0,0 | 1,33 |

APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (geo)

DM 14.01.08