

GEOLOGICA TOSCANA

DOTT. PAOLO CASTELLANI

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTERIGGIONI

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'
PER UN EVENTUALE AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI S.COLOMBA
NEL COMUNE DI MONTERIGGIONI (SI)

GEOLOGICA TOSCANA
POGGIBONSI, 1993



VIA DELLA REPUBBLICA, 57 - 53036 POGGIBONSI (SI) - Tel. e Fax (0577) 935891

ALLEGATI ALLA DELIBERA Ce
N. 91 DEL 16.12.94

§ 1) PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Monteriggioni abbiamo effettuato un'indagine geologica per determinare la fattibilità di un eventuale ampliamento del Cimitero di S.Colomba nel Comune di Monteriggioni (vedi fig. 1).

Nel presente studio vengono riportate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame, nonché le informazioni necessarie alla definizione idrogeologica dei terreni e all'andamento e alla profondità della falda.

Inoltre vengono effettuate alcune considerazioni sulla litologia dell'area (terreno sciolto, grado di porosità, ecc...) e sulle caratteristiche litotecniche del sottosuolo in funzione di eventuali opere di ampliamento del cimitero.

Tutto ciò in conformità del D.P.R. 21.10.1975 n° 803, della Legge n° 4/76 e del D.P.R. 10.09.1990 n° 285 inerenti la progettazione e la realizzazione di nuovi cimiteri o l'ampliamento di quelli esistenti.



AREA IN ESAME

N



SCALA 1:25.000

§ 2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame (vedi fig. 2) è costituita, come ampie zone della Montagnola Senese, da "Calcare Cavernoso", cioè da calcari brecciati e cariati del Triassico Superiore (Norico-Retico), che hanno subito rimaneggiamenti in epoche successive, specialmente nel Neogene e che quindi contengono e inglobano frammenti di rocce più recenti della originaria formazione anidritica da cui derivano.

Nell'area di S.Colomba, il "Calcare Cavernoso" è formato prevalentemente da brecce poligeniche, in genere di calcari chiari, in parte con arrotondamento degli elementi, talora con tasche di sabbie silicee o marnose.

Spesso il "Calcare Cavernoso" è ricoperto da coltri di modesto spessore di terre rosse di alterazione, particolarmente evidenti nelle zone di Altichiari e La Fornace (vedi fig. 2).

§ 3) GEOMORFOLOGIA

Il Cimitero di S.Colomba è stato costruito in un piccolo pianoro su un pendio che sale dal Fosso di Arnano verso il Poggio Le Pietraie, ad una quota altimetrica di circa mt 352 slm.

Il versante in esame presenta media pendenza, con clivometria quasi sempre compresa tra 15% e 25%.

La litologia rocciosa del sottosuolo favorisce una buona stabilità geomorfologica del sito; infatti sono assenti fenomeni franosi sia attivi che potenziali.

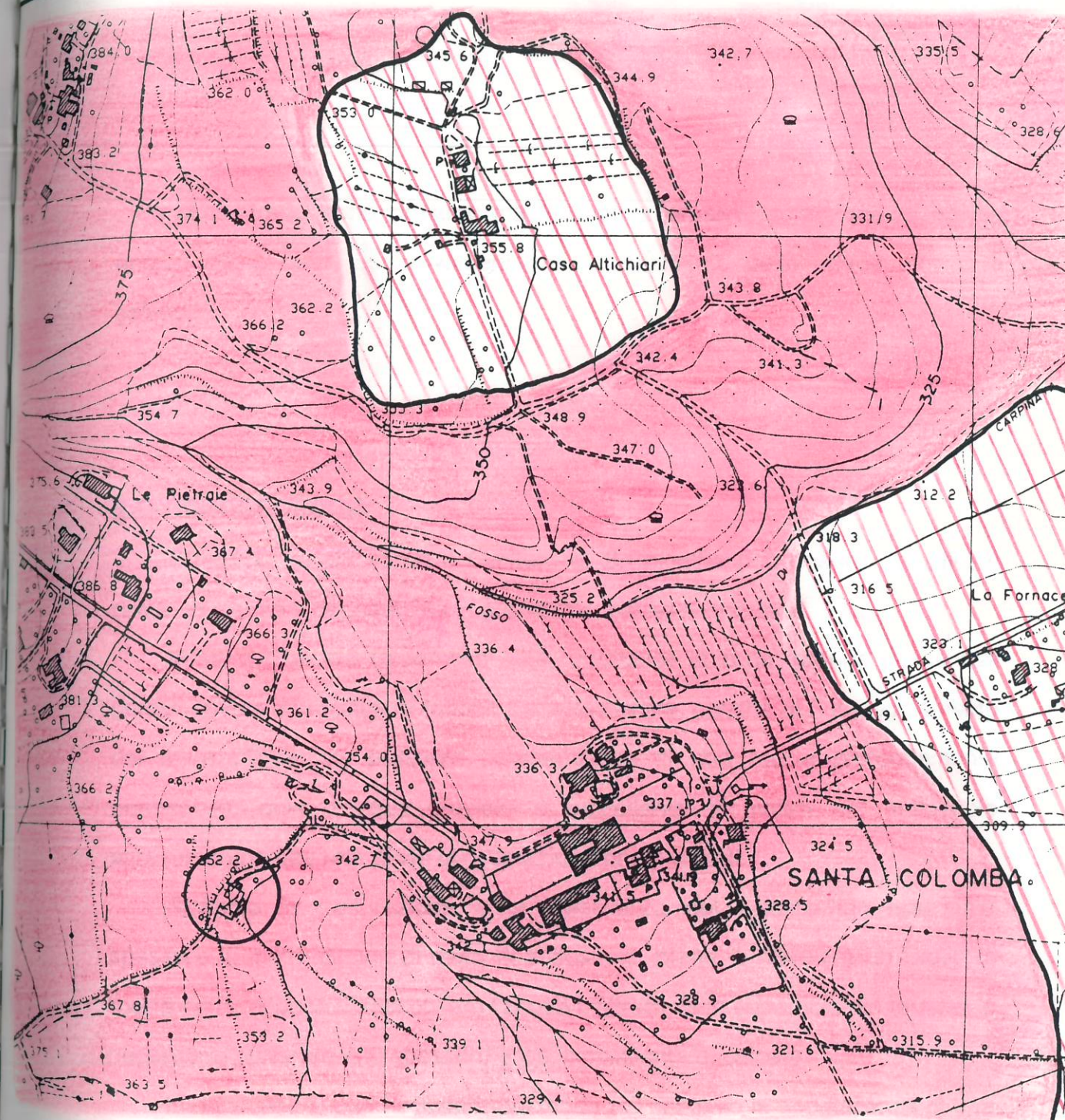
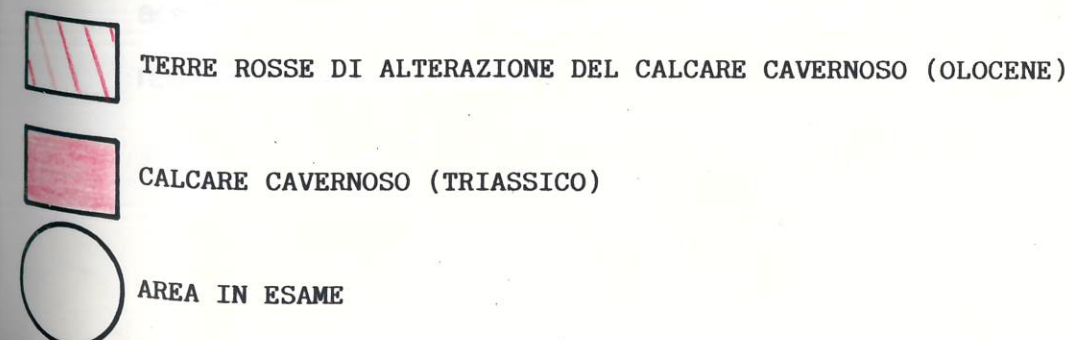


FIG. 2

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

SCALA 1:5.000



Al contrario sono presenti manifestazioni erosive, comunque di scarsa entità, legate quasi esclusivamente al ruscellamento delle acque pluviali e selvagge.

§ 4) IDROGEOLOGIA

Il terreno su cui sorge il Cimitero di S.Colomba può essere classificato come un mezzo a permeabilità in grande per cause secondarie.

Infatti il "Calcare Cavernoso" che costituisce la zona, proprio per la sua genesi dovuta a brecciatura tettonica e autoclastica, nonché al rimaneggiamento del mare pliocenico, presenta caratteristiche di una roccia profondamente permeabile, dove l'acqua pluviale e ruscellante si infiltra nel sottosuolo attraverso una fitta rete di vie di circolazione preferenziali.

Siccome la fratturazione e la brecciatura del calcare interessa uno spessore di molte decine di metri di sottosuolo, prima di rinvenire un livello di roccia sana, capace di raccogliere l'acqua infiltrata dalla superficie del terreno, è necessario perforare uno spessore assai consistente di calcare.

In ogni caso si può escludere nel modo più assoluto la soggiacenza di una falda nei livelli più superficiali del sottosuolo.

Nella fig. 3 si può osservare come in un vasto intorno rispetto all'area in esame siano assenti pozzi per acqua (proprio per la difficoltà di rinvenire un acquifero a profondità ragionevoli), mentre siano frequenti cisterne per la raccolta dell'acqua piovana.



FIG. 3

CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:5.000



TERRENI A PERMEABILITA' IN GRANDE

TERRENI A PERMEABILITA' SUPERFICIALE RIDOTTA, MA A PERMEABILITA' IN GRANDE IN PROFONDITA'



CISTERNE PER LA RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

N



In una nuova lottizzazione nei pressi di S.Colomba, sulla stessa formazione geologica del "Calcare Cavernoso", è stato di recente realizzato un pozzo artesiano, la cui profondità raggiunge mt 200 dal piano campagna e il livello piezometrico è attestato intorno a mt -180 dal p.c.

Ciò riprova l'elevata permeabilità del "Calcare Cavernoso" e la notevole profondità di soggiacenza della falda.

§ 5) CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E LITOTECNICHE

L'area in esame presenta una litologia prevalentemente rocciosa, anche se, come detto in precedenza, molto fratturata e brecciata.

Nell'area del Cimitero di S.Colomba è praticamente assente, o assai ridotto, anche lo spessore di terre rosse di alterazione, che spesso ricopre in superficie il "Calcare Cavernoso".

Quindi il terreno dell'area cimiteriale non può essere considerato sciolto sino alla profondità di mt 2,50, come previsto dalla vigente normativa, e difficilmente può essere reso tale con facili opere di scasso.

Inoltre, nonostante l'elevata permeabilità di tipo secondario, la roccia presente nella zona non può essere considerata porosa, bensì vacuolare e fratturata.

Da un punto di vista litotecnico, il terreno in esame può essere classificato come un litotipo lapideo fortemente alterato e fratturato, comunque sicuramente idoneo per la costruzione di eventuali strutture murarie in ampliamento dell'attuale cimitero.

§ 6) FATTIBILITA' DI UN EVENTUALE AMPLIAMENTO

L'area su cui insiste il Cimitero di S.Colomba ha caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche idonee per un eventuale ampliamento; infatti presenta buona stabilità dei pendii con assenza di possibili fenomeni franosi; non è interessata da falda superficiale, bensì da un acquifero assai profondo (con livello freatico certamente ad oltre mt -150 dal p.c.) e mostra buone caratteristiche geotecniche, senz'altro adatte per un ampliamento delle opere murarie.

Al contrario presenta elevatissima permeabilità, tale da favorire l'inquinamento della falda, seppure molto profonda, ma con vie di flusso ad elevata circolazione, tramite la percolazione del processo di mineralizzazione dei cadaveri.

Inoltre il suolo non ha caratteristiche litologiche di terreno sciolto fino alla profondità di mt 2,50 e quindi dovrebbe essere reso tale attraverso consistenti opere di colmata, per determinare artificialmente le condizioni previste dalla normativa vigente.

In base a ciò si ritiene inadatto il sito in esame per un eventuale ampliamento.

Poggibonsi, 16.12.1993

GEOLOGICA TOSCANA
Consulenze e Indagini Geologiche
Via della Repubblica 57 T. 0577/935891
53036 POGGIBONSI (SI)



GEOLOGICA TOSCANA

DOTT. PAOLO CASTELLANI

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTERIGGIONI

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'
PER UN EVENTUALE AMPLIAMENTO DEL CIMITERO
DI ABBADIA A ISOLA NEL COMUNE DI MONTERIGGIONI (SI)

GEOLOGICA TOSCANA

POGGIBONSI, 1993



VIA DELLA REPUBBLICA, 57 - 53036 POGGIBONSI (SI) - Tel. e Fax (0577) 935891

ALLEGATI ALLA DELIBERA C.C.
N. 91 DEL 16.12.94

§ 1) PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Monteriggioni abbiamo effettuato un'indagine geologica per determinare la fattibilità di un eventuale ampliamento del Cimitero di Abbadia a Isola nel Comune di Monteriggioni (vedi fig. 1).

Nel presente studio vengono riportate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame, nonché le informazioni necessarie alla definizione idrogeologica dei terreni e all'andamento e alla profondità della falda.

Inoltre vengono effettuate alcune considerazioni sulla litologia dell'area (terreno sciolto, grado di porosità, ecc...) e sulle caratteristiche litotecniche del sottosuolo in funzione di eventuali opere di ampliamento del cimitero.

Tutto ciò in conformità del D.P.R. 21.10.1975 n° 803, della Legge n° 4/76 e del D.P.R. 10.09.1990 n° 285 inerenti la progettazione e la realizzazione di nuovi cimiteri o l'ampliamento di quelli esistenti.

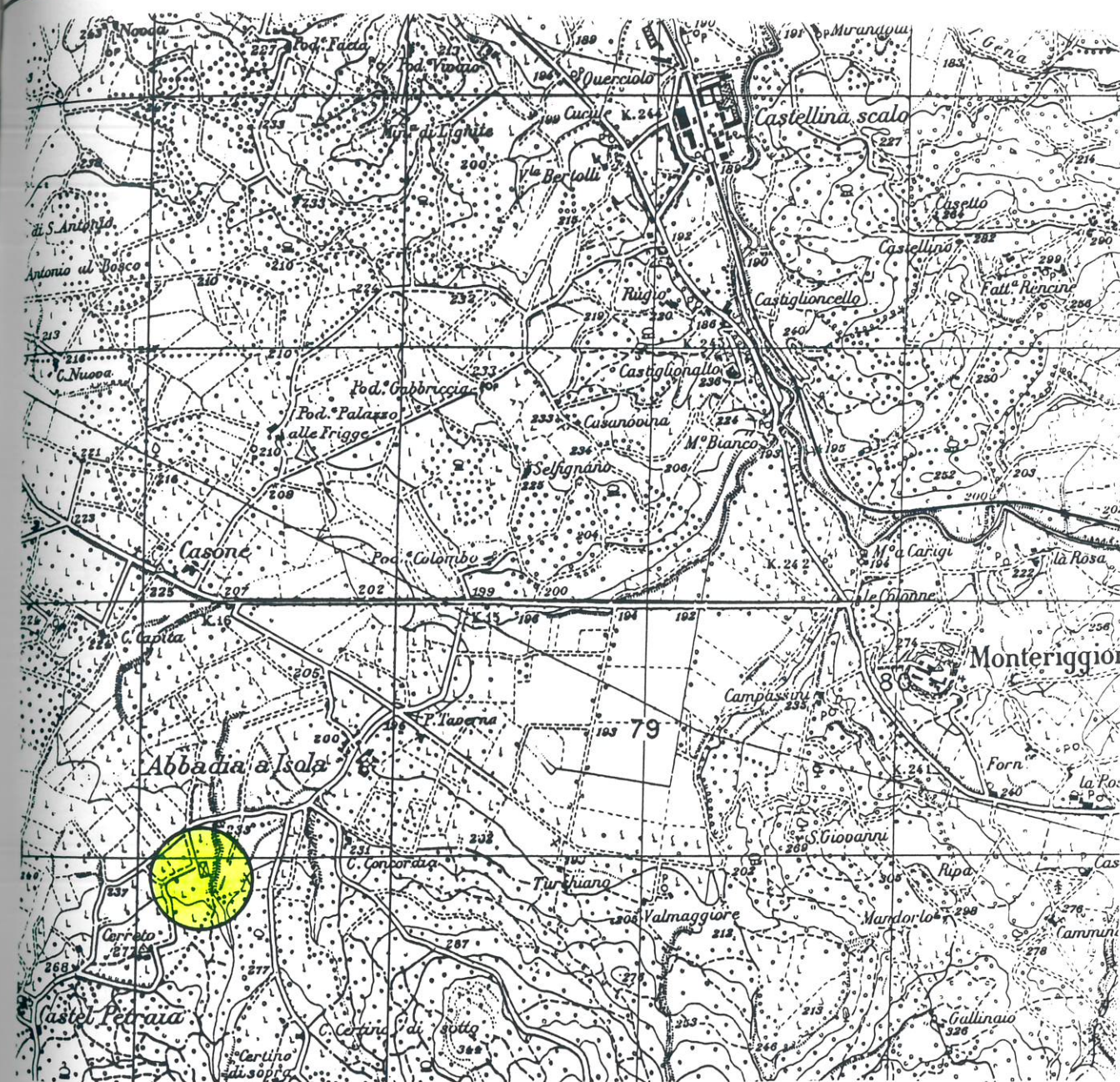


FIG. 1

UBICAZIONE DELL'AREA

SCALA 1:25.000



AREA IN ESAME



§ 2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame (vedi fig. 2) è costituita da "Calcare Cavernoso", cioè da calcari brecciati e cariati del Triassico Superiore (Norico-Retico), che hanno subito evidenti rimaneggiamenti in epoche successive, specialmente nel Neogene e che quindi contengono e inglobano frammenti di rocce più recenti della originaria formazione anidritica da cui derivano.

Nella zona del Cimitero di Abbadia a Isola il "Calcare Cavernoso" è formato prevalentemente da calcari grigio chiari e da brecce poligeniche, in parte con arrotondamento degli elementi, talora con tasche di sabbie silicee o marnose.

Nel sito in esame il "Calcare Cavernoso" è ricoperto da una coltre di terre rosse di alterazione, il cui spessore è osservabile nelle pareti erosive del vicino fosso del Castagneto, dove a neppure un metro di profondità dal piano campagna appare il "Calcare Cavernoso".

A breve distanza dall'area in esame, in direzione nord, affiorano i sedimenti del ciclo marino pliocenico, che ricoprono in trasgressione la formazione del "Calcare Cavernoso".

Invece nella limitrofa zona di Abbadia a Isola e del Piano del Casone, una vasta placca di travertino pleistocenico, di origine lacustre, poggia in discordanza sui sedimenti pliocenici.

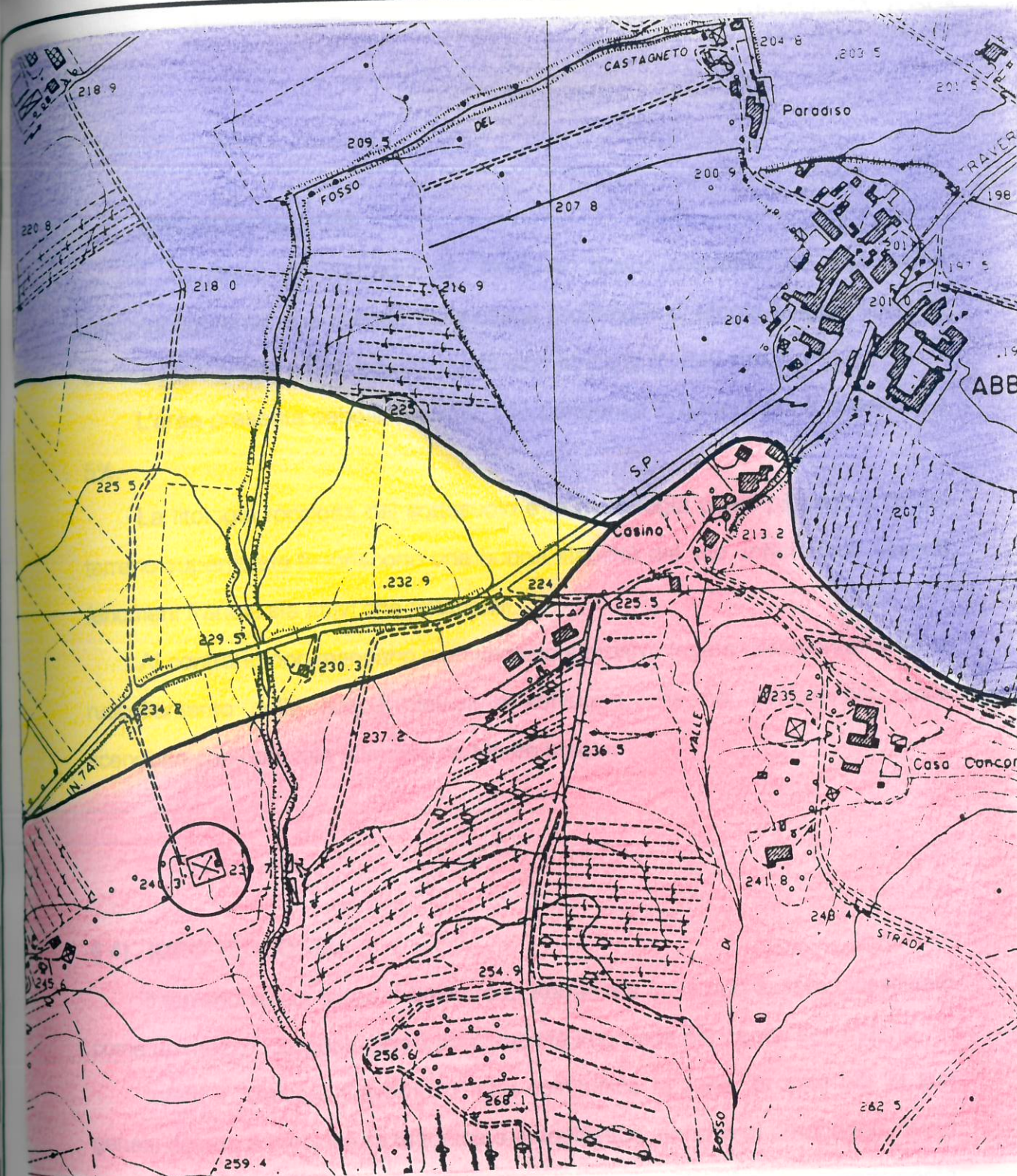


FIG. 2

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

SCALA 1:5.000

- TRAVERTINI ANTICHI, BIANCASTRI, COMPATTI E STRATIFICATI (PLEISTOCENE)
- SABBIE E SABBIE LIMOSE (PLIOCENE)
- CALCARE CAVERNOSO (TRIASSICO)
- AREA IN ESAME



§ 3) GEOMORFOLOGIA

Il Cimitero di Abbadia a Isola è stato costruito in una zona semipianeggiante, che scende dalle ultime propaggini di Monte Maggio verso la Statale Provinciale n° 74, ad una quota altimetrica di mt 240 slm.

L'area presenta debole acclività, con pendenza in genere poco superiore a 5%.

La litologia rocciosa del sottosuolo e la morfologia quasi pianeggiante del terreno superficiale favoriscono una buona stabilità del sito, infatti sono assenti fenomeni franosi sia attivi che potenziali.

Al contrario non mancano manifestazioni erosive legate prevalentemente al ruscellamento delle acque pluviali e selvagge, che nei periodi più umidi scendono con notevole intensità da Monte Maggio.

§ 4) IDROGEOLOGIA

Il terreno su cui sorge il Cimitero di Abbadia a Isola può essere classificato come un mezzo idrogeologico a permeabilità in grande per cause secondarie.

Infatti il "Calcare Cavernoso" che costituisce la zona, proprio per la sua genesi dovuta a brecciatura tettonica e autoclastica, nonché al rimaneggiamento del mare pliocenico, presenta caratteristiche di una roccia profondamente permeabile, dove l'acqua pluviale e ruscellante si infiltra nel sottosuolo attraverso una fitta rete di vie di circolazione preferenziali.

Siccome la fratturazione e la brecciatura del calcare interessa uno spessore di molte decine di metri di sottosuolo, prima di rinvenire un livello di roccia sana, capace di raccogliere l'acqua infiltrata dalla superficie del terreno, è necessario attraversare uno spessore assai consistente di calcare.

In ogni caso si può escludere nel modo più assoluto la soggiacenza di una falda nei livelli più superficiali di sottosuolo.

Nella fig. 3 sono riportate le diverse formazioni idrogeologiche della zona, dove sono stati separati due mezzi a permeabilità secondaria in grande ("Calcare Cavernoso" e Travertini), in quanto essi determinano due falde diverse: molto profonda nel "Calcare Cavernoso" e superficiale nei Travertini.

Nella fig. 3 sono riportati anche due pozzi nella zona di Abbadia a Isola (falda superficiale), nei quali il livello piezometrico risulta posto a mt - 4,25 dal piano campagna (ottobre 1993).

Nella zona del cimitero e in una vasta area intorno non esistono pozzi per acqua, proprio per la difficoltà di rinvenire un acquifero facilmente sfruttabile; quindi non possediamo dati certi sulla profondità di soggiacenza della falda, che comunque dovrebbe essere posta a diverse decine di metri di profondità, o più probabilmente oltre mt -100 dal piano campagna.

§ 5) CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E LITOTECNICHE

L'area in esame presenta una litologia prevalentemente rocciosa, anche se, come detto in precedenza, molto fratturata e brecciata.

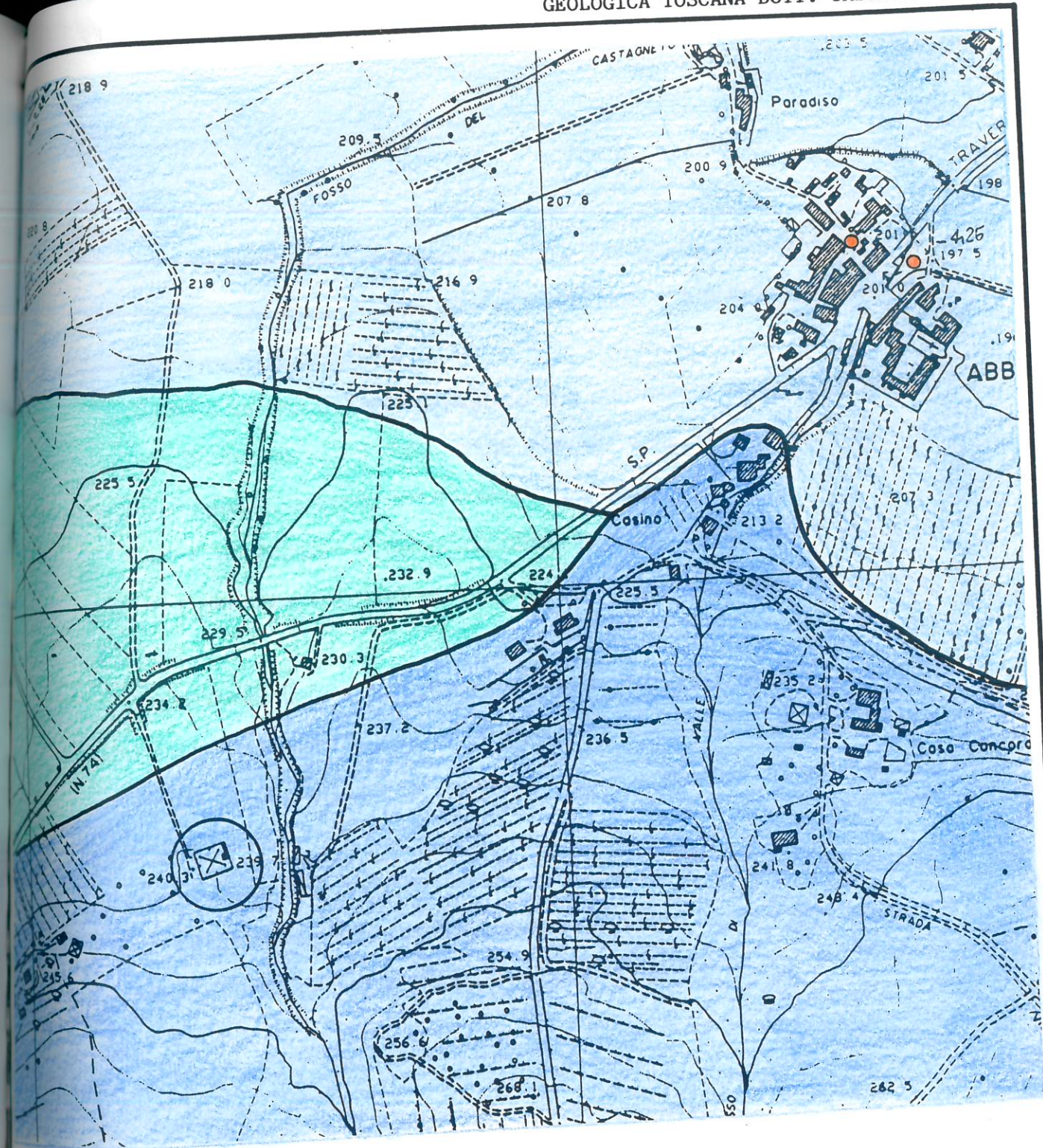







FIG. 3
CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:5.000

-  TERRENI A PERMEABILITA' SECONDARIA IN GRANDE
-  TERRENI A PERMEABILITA' SECONDARIA IN GRANDE IN SUPERFICIE
E SCARSAMENTE PERMEABILI IN PROFONDITA'
-  TERRENI A PERMEABILITA' PRIMARIA IN PICCOLO
-  POZZI
-  AREA IN ESAME



Nell'area del Cimitero di Abbadia a Isola il "Calcare Cavernoso" è ricoperto da un modesto spessore di terre rosse di alterazione, che presumibilmente non raggiunge il metro di profondità.

Quindi il terreno dell'area cimiteriale non può essere considerato sciolto sino alla profondità di mt 2,50, come previsto dalla vigente normativa, e difficilmente può essere reso tale con facili opere di scasso.

Inoltre, ad esclusione del primo metro di suolo (terre rosse), la roccia presente nella zona non può essere considerata porosa, bensì vacuolare e fratturata.

Da un punto di vista litotecnico, il terreno in esame può essere classificato come un litotipo lapideo fortemente alterato e fratturato, comunque sicuramente idoneo per la costruzione di eventuali strutture murarie in ampliamento dell'attuale cimitero.

In tal caso sarà però necessaria l'esecuzione di un'apposita indagine geognostica, atta a definire l'esatto spessore delle terre rosse di alterazione e i parametri geotecnici del terreno d'imposta delle fondazioni.

§ 6) FATTIBILITA' DI UN EVENTUALE AMPLIAMENTO

L'area su cui insiste il Cimitero di Abbadia a Isola ha caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche idonee per un eventuale ampliamento; infatti presenta buona stabilità dei versanti con assenza di possibili fenomeni franosi; non è interessata da falda superficiale, bensì da un acquifero assai profondo e mostra buone caratteristiche geotecniche, senz'altro adatte per un ampliamento delle opere murarie.

Al contrario presenta elevatissima permeabilità, tale da favorire l'inquinamento della falda, seppur profonda, tramite la percolazione dei residui del processo di mineralizzazione dei cadaveri attraverso vie di infiltrazione preferenziali a forte velocità di circolazione dei flussi.

Inoltre il suolo ha caratteristiche litologiche di terreno sciolto solo parzialmente (fino a circa mt -1,00 dal p.c.) e quindi dovrebbe essere reso tale fino alla profondità di mt 2,50 attraverso consistenti opere di scasso e di colmata, per determinare artificialmente le condizioni previste dalla vigente normativa.

In base a ciò si ritiene inadatto il sito in esame per un eventuale ampliamento.

Poggibonsi, 16.12.1993

GEOLOGICA TOSCANA
Consulenze e Indagini Geologiche
Via della Repubblica 57 T. 0577/935891
53036 POGGIBONSI (SI)



Paolo Castellani

GEOLOGICA TOSCANA

DOTT. PAOLO CASTELLANI

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTERIGGIONI

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA
PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI UOPINI
NEL COMUNE DI MONTERIGGIONI (SI)

GEOLOGICA TOSCANA
POGGIBONSI, 1993



Paolo Castellani

VIA DELLA REPUBBLICA, 57 - 53036 POGGIBONSI (SI) - Tel. e Fax (0577) 935891

ALLEGATI ALLA DELIBERA C.C.
N. 91 DEL 16.12.94

§ 1) PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Monteriggioni abbiamo effettuato un'indagine geologica e geotecnica in un terreno ubicato in località Uopini nel Comune di Monteriggioni, ove è previsto un ampliamento del Cimitero comunale.

Nel presente studio vengono riportate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame, nonché le informazioni necessarie alla definizione idrogeologica dei terreni e all'andamento e alla profondità della falda.

Inoltre vengono effettuate le opportune considerazioni sulla litologia del sito in esame, attraverso i risultati delle analisi granulometriche effettuate su due campioni prelevati nell'area ove è previsto l'ampliamento in progetto, per verificare se il terreno presenta le caratteristiche di terreno sciolto, di granulometria e di porosità richieste dalla normativa vigente.

Nella parte geotecnica del lavoro esplichiamo il metodo di indagine adottato, nonché la scelta dei parametri e la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione necessaria per la realizzazione delle nuove strutture murarie in ampliamento al cimitero.

Tutto ciò in ottemperanza del D.P.R. 21.10.1975 n° 803, della Legge 4/76 e del D.P.R. 10.09.1990 n° 285 inerenti la progettazione e la realizzazione di nuovi cimiteri o l'ampliamento di quelli esistenti e in ottemperanza del D.M. 11.03.1988, riguardante le indagini relative alle opere di fondazione di qualsiasi manufatto.

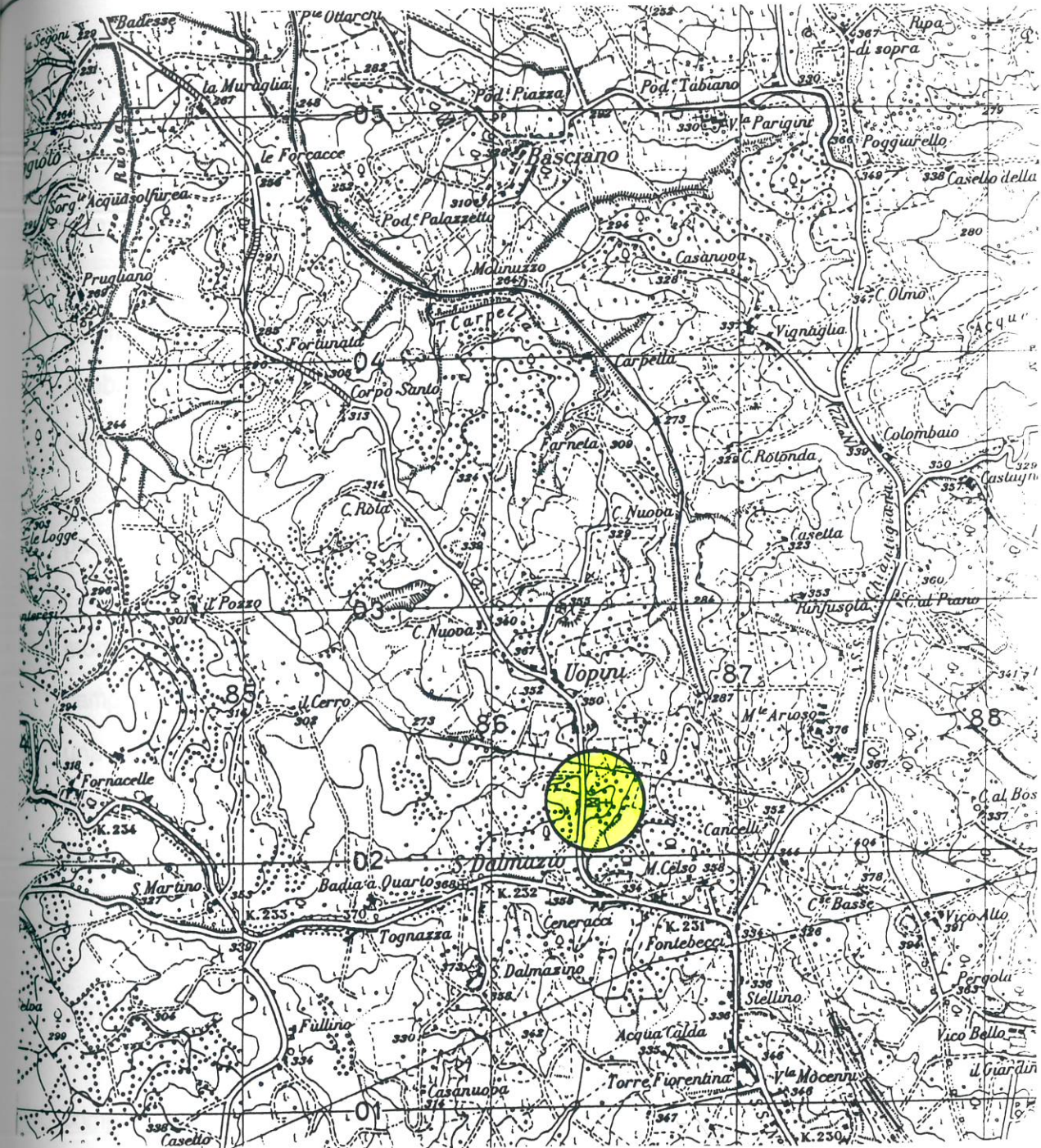


FIG. 1

UBICAZIONE DELL'AREA

SCALA 1:25.000



AREA IN ESAME



§ 2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame (vedi fig. 2) fa parte di una vasta zona di affioramento di sedimenti marini del ciclo pliocenico, costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie limose gialle, con inclusioni e lenti, soprattutto in profondità, di argille e argille limo-sabbiose.

Spesso le sabbie mostrano livelli debolmente o parzialmente cementati, passanti ad arenarie, o cordoni di ciottoli, quasi sempre sommitali alle sabbie.

Nel sito in cui è previsto l'ampliamento del cimitero in esame è presente un modesto spessore di terreno pedologico prevalentemente sabbio-limoso (vedi campione 1 delle analisi di laboratorio nell'allegato 1), a cui segue in profondità una sabbia gialla quasi pulita, mediamente o fortemente addensata (vedi campione 2 delle analisi di laboratorio nell'allegato 1).

§ 3) GEOMORFOLOGIA

Il Cimitero di Uopini è ubicato sulla sommità di una dorsale allungata, compresa tra le testate delle strette valli incisive del Fosso della Ruota a nord-ovest e di un fosso tributario del Torrente Carpella a nord-est, ad una quota altimetrica di mt 351 slm.

Il sito è quasi pianeggiante, presentando una pendenza originaria prevalentemente compresa tra 5% e 10%.

Sul retro del Cimitero (lato est), dopo pochi metri di terreno pianeggiante, inizia un versante prospiciente la tangenziale di Siena avente forte pendenza, in genere superiore al 35%.

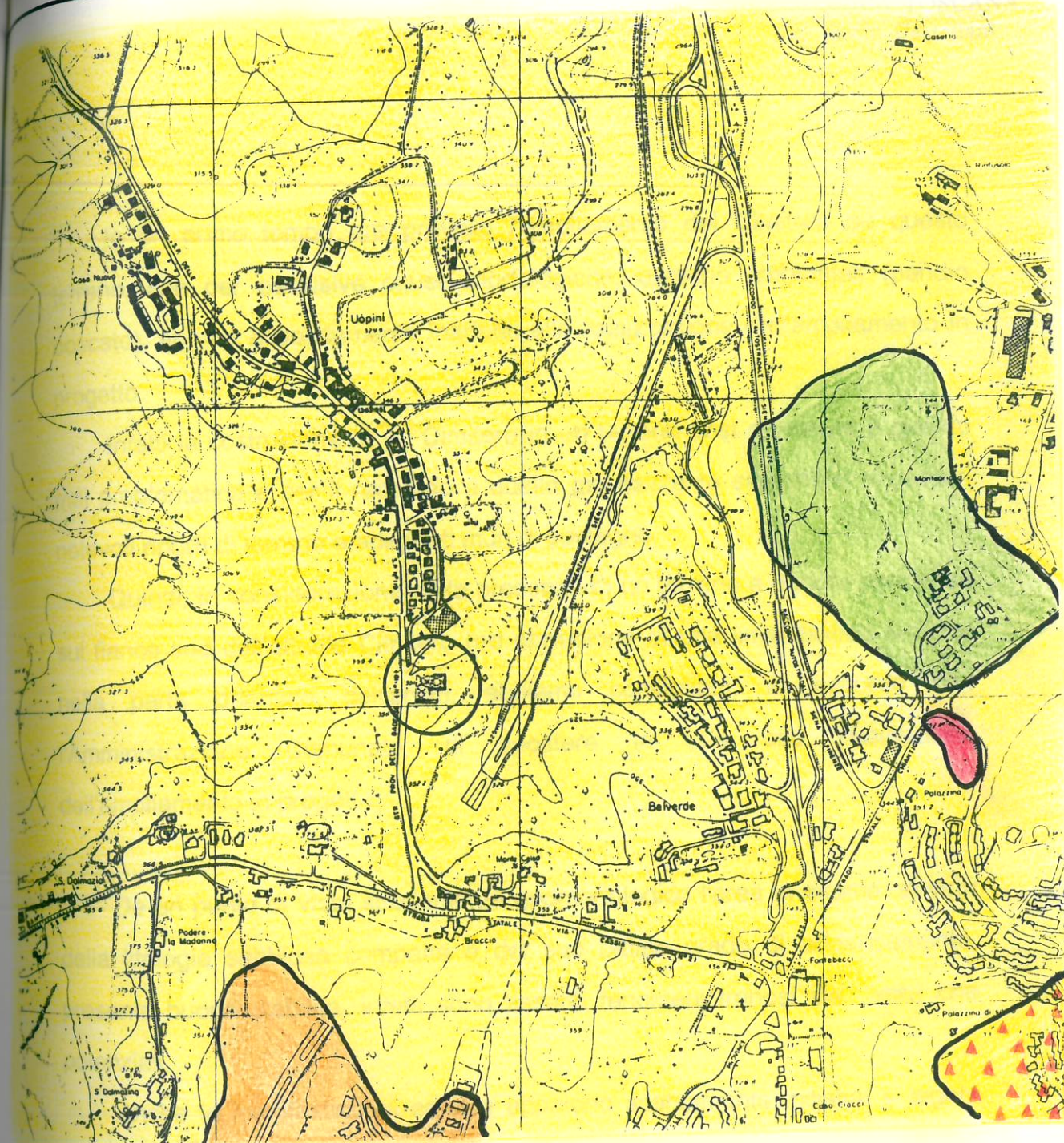


FIG. 2

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

SCALA 1:10.000



SABBIE CON ABBONDANTI CIOTTOLI DEL CAVERNOSO (PLIOCENE - RIMANEGG. NEOGENE)

SABBIE E SABBIE LIMOSE CON CIOTTOLI (PLIOCENE)

ARGILLE E ARGILLE SABBIOSE (PLIOCENE)

ARGILLE AZZURRE LIGNITIFERE (MIOCENE)

CALCARE CAVERNOSO (TRIASSICO)

AREA IN ESAME



In un primo tempo era previsto l'ampliamento del Cimitero su questo terreno, che per esclusive cause morfologiche, oltrechè ambientali (pendio boscato), appare assolutamente inadatto alla realizzazione dell'ampliamento in progetto.

Infatti la costruzione di un Cimitero in un terreno così pendente è quanto mai problematica e per il raccordo a quello già esistente sarebbero necessari notevoli riporti di terreno e adeguati muri di sostegno.

Quindi, in considerazione della presenza di un terreno a debole pendenza sul fianco sud dell'attuale Cimitero (ad esclusione di una limitatissima sezione nella parte orientale dell'area), abbiamo consigliato, in accordo con l'Amministrazione Comunale, di spostare in tale sito l'ubicazione dell'ampliamento in progetto.

Da un punto di vista strettamente geomorfologico l'area in esame, in virtù della litologia sabbiosa compatta e del suo ottimo grado di addensamento, presenta buona stabilità, infatti sono assenti fenomeni franosi sia attivi che potenziali.

Anche le manifestazioni erosive appaiono scarsamente incisive e legate quasi esclusivamente al ruscellamento delle acque pluviali e selvagge.

§ 4) IDROGEOLOGIA





Il terreno in esame può essere classificato come un mezzo idrogeologico a permeabilità primaria in piccolo (vedi fig. 3), in quanto le acque pluviali e ruscellanti si infiltrano in profondità attraverso i meati intergranulari della sabbia, con circolazione quasi uniforme, ma con lenta velocità di flusso.



FIG. 3

CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:10.000

-  TERRENI IMPERMEABILI O A SCARSISSIMA PERMEABILITA'
-  TERRENI A PERMEABILITA' PRIMARIA IN PICCOLO
-  TERRENI A PERMEABILITA' IN GRANDE
-  AREA IN ESAME



In genere la sabbia pliocenica include lenti e livelli argillosi praticamente impermeabili capaci di raccogliere l'acqua infiltrata in superficie, formando falde di modesta portata.

Nella zona del Cimitero di Uopini non è presente alcun pozzo significativo, quindi non è stato possibile misurare il livello piezometrico dell'acquifero, ma per altre esperienze in aree adiacenti e in considerazione del notevole spessore della formazione sabbiosa, riteniamo che la profondità di soggiacenza della falda sia superiore a 30 metri a partire dal piano campagna.

In ogni caso si può escludere con certezza la presenza di un acquifero nei livelli più superficiali del sottosuolo; infatti anche durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, spinte fino alla profondità di mt -7,00 (vedi allegato 2), il terreno è risultato completamente asciutto.

§ 5) ANALISI DI LABORATORIO

Siccome il terreno dell'area cimiteriale deve essere sciolto fino alla profondità di mt -2,50, deve essere asciutto e dotato di un adatto grado di porosità e di capacità per l'acqua, abbiamo prelevato due campioni di terreno, per la cui ubicazione rispetto all'ampliamento in progetto vedi la fig. 4, che sono stati sottoposti ad analisi granulometriche per la determinazione esatta della composizione fisica del terreno.

5.1) Modalità esecutive

Sono stati prelevati due campioni alle profondità rispettivamente di mt 0,30/0,50 e di mt 1,20/1,50 dal piano campagna.

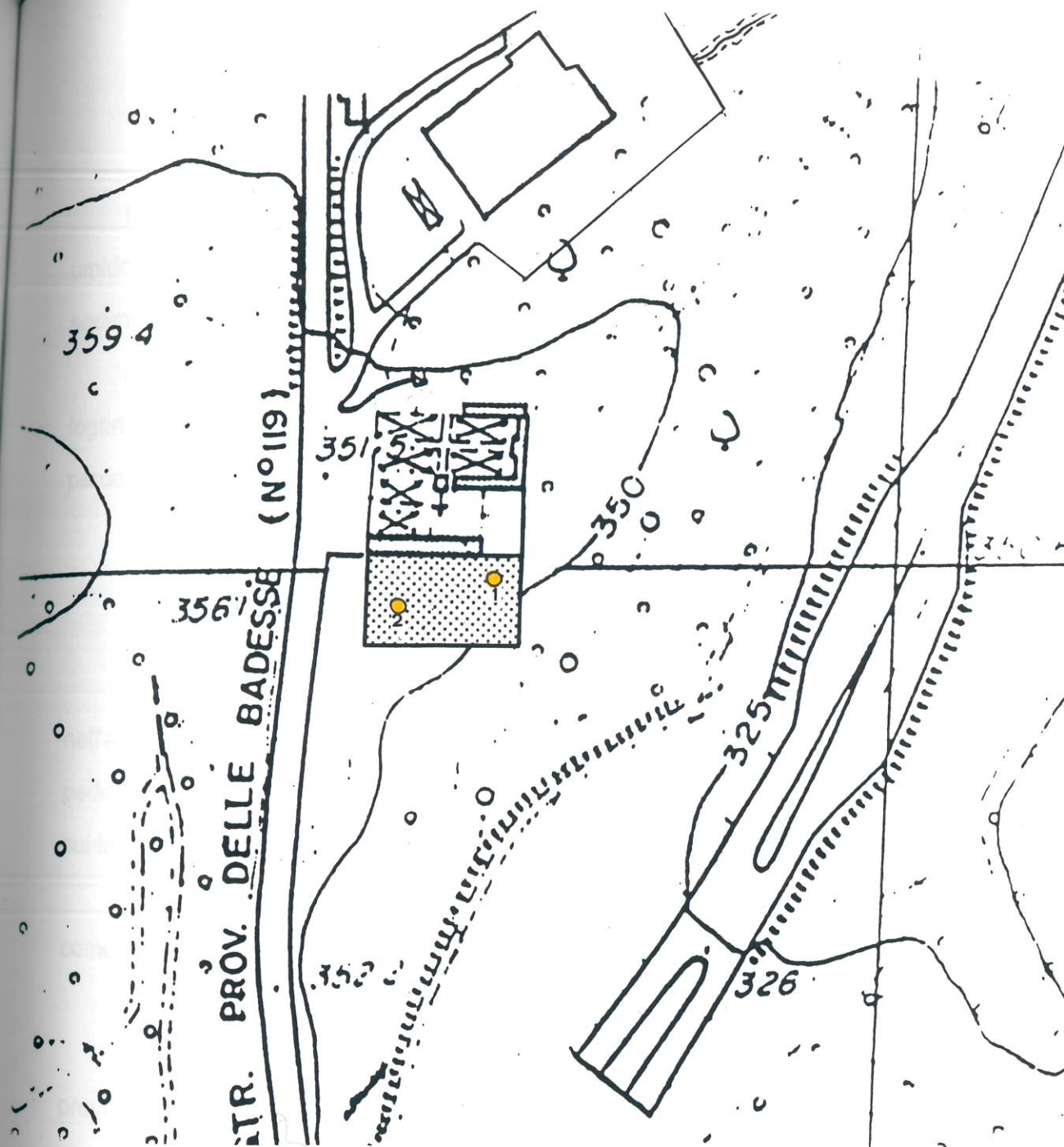


FIG. 4

UBICAZIONE DEI CAMPIONI PRELEVATI PER LE ANALISI GRANULOMETRICHE

SCALA 1:2.000

2

CAMPIONE E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO



AMPLIAMENTO IN PROGETTO



La composizione granulometrica è stata determinata per setacciatura ad umido per la frazione avente dimensioni maggiori di 74 micron e per sedimentazione con il metodo della pipetta per la frazione inferiore.

I risultati sono rappresentati in un diagramma avente in ascisse (scala logaritmica) il diametro dei granuli ed in ordinate (scala aritmetica) i passanti percentuali.

5.2) Esame dei risultati

Come si può osservare nei certificati delle analisi di laboratorio nell'allegato 1, il campione 1, più superficiale (quasi al contatto tra suolo pedologico e sabbie), può essere classificato come una sabbia limo-argillosa, in cui la percentuale sabbiosa è comunque chiaramente preponderante (60,9%).

Il campione 2, prelevato tra mt -1,20 e mt -1,50, può essere classificato come una sabbia praticamente pulita, con percentuale sabbiosa di ben 95,5%.

Sulla base di questi risultati possiamo affermare che il terreno in esame, prevalentemente sabbioso o in misura minore sabbio-limoso, può essere considerato sicuramente sciolto, asciutto e dotato di buon grado di porosità.

§ 6) INDAGINE GEOGNOSTICA

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione per l'ampliamento delle necessarie opere murarie abbiamo effettuato 3 prove penetrometriche dinamiche, che risultano particolarmente idonee su terreni sabbiosi (come quello in esame) e sabbio-limosi, meno attendibili su terreni argillosi e attuabili solo eccezionalmente su terreni ghiaiosi.

Per l'ubicazione delle prove penetrometriche rispetto all'ampliamento in progetto vedi la fig. 5.

6.1) Modalità esecutive delle prove penetrometriche

Le prove penetrometriche sono state eseguite con un penetrometro dinamico Sunda DL030 avente le seguenti caratteristiche:

- massa battente (M)	30 Kg
- altezza di caduta (h)	20 cm
- sezione della punta (A)	10 cmq
- angolo al vertice della punta	60°
- peso delle aste (P)	2,4 Kg/metro

E' stato misurato il numero di colpi (N) necessario per infiggere nel terreno le aste di 10 in 10 centimetri, procedendo nell'infissione senza rivestimento essendo la resistenza alla punta ben maggiore dell'attrito laterale (durante le prove le aste si sono costantemente mantenute libere).

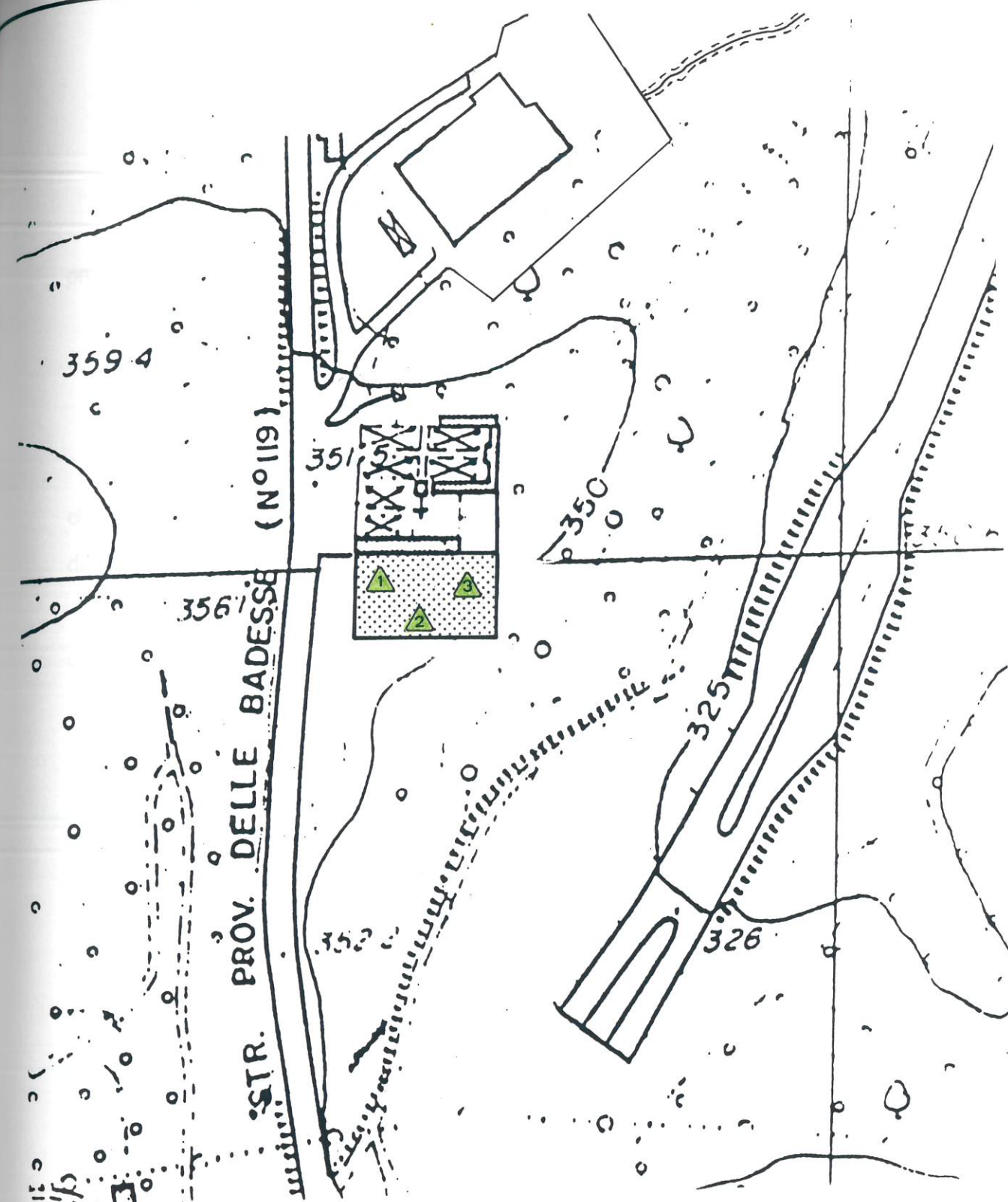




FIG. 5

UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

SCALA 1:2.000

-  PROVA PENETROMETRICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
 AMPLIAMENTO IN PROGETTO



I risultati sono riportati in diagrammi numerici aventi in ordinate la profondità e in ascisse il numero di colpi (vedi allegato 2).

6.2) Esame dei risultati

L'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche è basata, quale che sia il procedimento seguito, sul numero di colpi (N) necessari all'infissione delle aste di 10 in 10 centimetri.

L'andamento del diagramma, unitamente al numero di colpi (N) che lo determina, consente di ricostruire una stratigrafia indiretta dello spessore attraversato, che viene di seguito riportata per ciascuna prova:

PROVA 1

da mt 0,00 a mt 0,30	suolo pedologico sabbioso
da mt 0,30 a mt 0,80	sabbie
da mt 0,80 a mt 2,10	sabbie addensate e parzialmente cementate
da mt 2,10 a mt 7,00	sabbie e/o sabbie limose

PROVA 2

da mt 0,00 a mt 0,40	suolo pedologico sabbioso
da mt 0,40 a mt 1,40	sabbie
da mt 1,40 a mt 2,70	sabbie addensate e parzialmente cementate
da mt 2,70 a mt 7,00	sabbie e/o sabbie limose

PROVA 3

da mt 0,00 a mt 0,60	suolo pedologico sabbioso
da mt 0,60 a mt 1,00	sabbie
da mt 1,00 a mt 1,60	sabbie fortemente limose
da mt 1,60 a mt 7,00	sabbie e/o sabbie limose

6.3) Interpretazione dei risultati

Sempre in funzione del numero di colpi (N) necessari per infiggere nel terreno le aste di 10 in 10 centimetri, è stato possibile calcolare la resistenza a rottura dinamica della punta (Rd); essa rappresenta un parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo.

La Rd è direttamente ricavabile dalla seguente formula:

$$Rd = \frac{M^2 \cdot h}{A \cdot e \cdot (M + nP)}$$

Nel penetrometro DL030 si ha:

- M = 30 (Kg)
- h = 20 (cm)
- A = 10 (cmq)
- e = 10/numero di colpi per ogni approfondimento di cm 10
- P = 2,4 (Kg/metro)
- n = numero di aste infisse

Tale formula viene qui modificata mediante l'introduzione del coefficiente C_{hi} caratteristico del penetrometro DL030, tabulato in funzione del numero di aste infisse.

Il carico ammissibile (Q_a), con coefficiente di sicurezza eguale a 3, è ottenuto dalla seguente formula:

$$Q_a = \frac{R_d}{20}$$

Sulla base dei grafici di penetrazione (vedi allegato 2), è stato desunto il corrispondente andamento della capacità portante (carico ammissibile) con la profondità:

PROVA PENETROMETRICA 1

da mt 0,00 a mt 0,30 = 0,2 - 0,3 Kg/cm²

da mt 0,30 a mt 0,80 = 1,2 - 1,3 Kg/cm²

da mt 0,80 a mt 2,10 = 2,8 - 3,0 Kg/cm²

da mt 2,10 a mt 5,70 = 1,2 - 1,3 Kg/cm²

da mt 5,70 a mt 7,00 = 1,3 - 1,4 Kg/cm²

PROVA PENETROMETRICA 2

da mt 0,00 a mt 0,40 = 0,4 - 0,5 Kg/cm²

da mt 0,40 a mt 1,40 = 1,3 - 1,4 Kg/cm²

da mt 1,40 a mt 2,70 = 2,8 - 3,0 Kg/cm²

da mt 2,70 a mt 6,40 = 1,2 - 1,3 Kg/cm²

da mt 6,40 a mt 7,00 = 1,3 - 1,4 Kg/cm²

PROVA PENETROMETRICA 3

da mt 0,00 a mt 0,60 = 0,6 - 0,7 Kg/cmq

da mt 0,60 a mt 1,00 = 1,3 - 1,4 Kg/cmq

da mt 1,00 a mt 1,60 = 0,6 - 0,7 Kg/cmq

da mt 1,60 a mt 4,00 = 1,1 - 1,2 Kg/cmq

da mt 4,00 a mt 7,00 = 1,3 - 1,4 Kg/cmq

§ 7) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Come si può osservare dai grafici delle prove penetrometriche (vedi allegato 2) e dalle tabelle della capacità portante sopra espresse, il terreno in esame presenta caratteristiche fisiche e meccaniche praticamente uniformi.

Solo un livello di terreno ha proprietà diverse e disuniformi; infatti nelle prove penetrometriche 1 e 2 è presente una fascia sabbiosa parzialmente cementata con ottime caratteristiche di portanza e con andamento fortemente inclinato (tra mt -0,80 e mt -2,10 nella prova 1 e tra mt -1,40 e mt -2,70 nella prova 2).

Invece nella prova penetrometrica 3 è presente un livello, probabilmente sabbio-limoso, avente valori della capacità portante piuttosto scadenti (0,6 - 0,7 Kg/cmq), posto tra mt -1,00 e mt -1,60 dal piano campagna.

Sulla base di questi dati consigliamo di porre il piano di posa delle fondazioni delle opere murarie ad una profondità di almeno mt 1,60 dall'attuale piano campagna, in modo che possa essere applicato al terreno un carico ammissibile uniforme di **1,2 - 1,3 Kg/cmq**.

In tal caso si possono considerare cedimenti trascurabili del terreno di fondazione.

Nel caso in cui sia necessario porre le fondazioni a quote più superficiali, consigliamo di basare le strutture ad una profondità inferiore a mt 1,00, ed applicare al terreno un carico d'esercizio non superiore a **0,8 - 0,9 Kg/cmq**.

Per fondazioni più superficiali rispetto alla quota di mt -1,60, consigliamo di evitare il livello di terreno compreso tra mt -1,00 e mt -1,60 e comunque di non applicare carichi superiori a 0,8 - 0,9 Kg/cmq, onde evitare pericoli di cedimenti differenziali.

Indirettamente dalle prove penetrometriche abbiamo calcolato il valore dell'angolo d'attrito interno delle sabbie, che può variare da $\phi = 28^\circ - 30^\circ$ per il litotipo più sabbio-limoso, a $\phi = 35^\circ - 36^\circ$ per le sabbie addensate parzialmente cementate.

Il valore del coefficiente di sottofondo è $K = 5 - 6 \text{ Kg/cm}^3$.

§ 8) CONCLUSIONI

L'area su cui insiste il Cimitero di Uopini e su cui è previsto l'ampliamento ha caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litologiche idonee per la realizzazione dell'opera in progetto; infatti mostra buona stabilità dei pendii con assenza di possibili fenomeni franosi; non è interessata da falda superficiale e presenta buon grado di porosità e caratteristiche di terreno sciolto.

I parametri fisico-meccanici e geotecnici per la realizzazione dell'ampliamento delle strutture murarie sono sicuramente idonei, purchè non venga applicato al terreno di fondazione un carico superiore a quello indicato nella presente relazione, in quanto ciò potrebbe dar luogo a fenomeni di cedimento differenziale.

Poggibonsi, 18.12.1993

GEOLOGICA TOSCANA
Consulenze e Indagini Geologiche
Via della Repubblica 57 T. 0577/935891
53036 POGGIBONSI (SI)



Paolo Castellani