



CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.1
Data: 20 gennaio 2000
Scala:
Rev. n°:
File: 342_b_rel_gen/es.doc

Titolo:

RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA

CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI

SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI

(Ing. Marco Scarmi)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE

(Dr. Giuseppe Arcidiacono)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE

(Per. Ind. Franco Cocchi)

SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO) I° STRALCIO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1. Introduzione

Il problema della destinazione esclusiva delle acque di falda ad usi potabili e del reperimento di fonti alternative per ogni altro uso, si pone con varia urgenza in tutto (ormai) l'occidente densamente popolato e intensamente industrializzato. Il problema si pone con particolare urgenza nella fascia pedecollinare della Provincia di Modena, dove l'abbondanza delle risorse idriche profonde ha indotto, nel passato e fino a oggi, a farne un uso, se non indiscriminato, certo non sempre meditato.

Lo sviluppo industriale, che ha coinvolto anche l'agricoltura con i riflessi che tutti conosciamo, ha determinato, oltre ai noti effetti sociali, demografici, ambientali, idraulici, igienici, ecc., una drastica diminuzione della risorsa idrica disponibile a causa degli ingenti prelievi di acqua pulita dalle falde per il funzionamento delle catene produttive.

Alla luce di tali fenomeni, da un po' di tempo si sta' cercando, ognuno per le proprie competenze, a livello pubblico e privato, di invertire, o arrestare, i processi maggiormente degenerativi, innescando contemporaneamente la cultura dell'uso razionale della risorsa acqua anche in considerazione dell'aumentato consumo per usi civili.

In particolare l'attenzione dei competenti Organi del Comune di Modena, per far fronte alle proprie esigenze idriche ad uso civile, si è orientata sui campi acquiferi ricadenti nel Comune di San Cesario sul Panaro (di altissima qualità) rappresentati dal materasso nella piana padana, nella quale il fiume Panaro ha tracciato il suo alveo più recente e sulla quale spanderebbe

ancora oggi le sue piene se all'inizio di questo secolo non fossero state eseguite ciclopiche opere di contenimento.

Al tetto di questi depositi di ghiaie, si è sviluppato da tempo un importante tessuto agricolo, costruito su terreno fertile e permeabile, che deve la propria ricchezza anche alla risorsa acqua presente, prelevata attraverso pozzi privati, dovuta alla particolare natura del sottosuolo ed alla vicinanza del Fiume Panaro dal quale, fin da tempi remoti, fu derivata acqua per finalità irrigue e convogliata a valle attraverso il Canal Torbido.

Sembra tuttavia ragionevole (e tale in ogni modo è l'orientamento espresso da una considerazione politica del problema) riservare per gli usi potabili le acque profonde qualitativamente eccellenti dell'alta pianura in destra del Panaro, ed attivare, per le esigenze agricole, altre provviste d'acqua, superficiali, suscettibili d'impiego anche se relativamente grezze.

Per la risoluzione, anche se parziale, dei suddetti problemi, l'Amministrazione Provinciale di Modena e META (ex A.M.C.M. Azienda Municipale Modenese che ha la responsabilità dell'approvvigionamento idrico della città) incaricarono con nota n. 22062 del 23 novembre 1989 - il Consorzio della Bonifica Reno-Palata di Bologna e il Consorzio di Bonifica di Burrana-Leo-Scoltenna-Panaro, di elaborare un "*Piano Irriguo di Massima*" per la fascia agricola sud-occidentale del territorio comunale di San Cesario sul Panaro, mediante l'utilizzo di acque superficiali, in alternativa ai prelievi da falda effettuati autonomamente dagli agricoltori per usi agricoli, anche in relazione alla prospettiva di una consistente sottrazione della disponibilità d'acqua di falda dovuta all'entrata in funzione, a pieno regime, dei pozzi META presenti sull'area in esame. Tale evento, probabilmente, influirà sui livelli di falda, con possibili ripercussioni sull'attività agricola, in relazione al fatto che quasi certamente non sarà possibile approfondire i pozzi esistenti o realizzarne dei nuovi.

Nell'ambito di tale studio, i due Consorzi valutarono per il suddetto territorio, le necessità irrigue, le possibili risorse idriche alternative a quella di falda, vagliarono alcune soluzioni progettuali (di breve termine, con l'utilizzo delle acque del Canal Torbido; di medio-lungo termine utilizzando le acque del Fiume Po estendendo la rete di distribuzione del Canale Emiliano Romagnolo) e formularono un programma d'intervento.

In particolare, il Consorzio della Bonifica Reno-Palata elaborò uno studio di massima che prevedeva, per l'irrigazione, l'utilizzo di un bacino idrico di accumulo ricavato da una cava in

corso di coltivazione a sud del territorio indicato, e un sistema di distribuzione alle aziende mediante la rete di fossi interaziendale esistente.

Lo studio riportò il parere favorevole degli amministratori degli enti territorialmente competenti, dando così avvio alla progettazione relativa al programma di breve termine.

Su richiesta del Comune di San Cesario sul Panaro, il Consorzio della Bonifica Reno-Palata in data 15 maggio 1991 elaborò un progetto di massima per la *"Costruzione di un serbatoio d'acqua superficiale ad uso irriguo nella sede di una cava di ghiaia in località Fondo Misley"* del Comune di San Cesario sul Panaro alimentato con acque del Canal Torbido provenienti dal Fiume Panaro.

Il progetto fu approvato dal Consiglio Comunale e la sua realizzazione fu affidata alla stessa ditta escavatrice, come onere di sistemazione della cava in questione.

Come accennato, nei suddetti progetti e studi di massima, quale criterio di distribuzione dell'acqua stoccata nel bacino si era adottata la rete di fossi esistente opportunamente rizezionata, al servizio di un'area critica minima, maggiormente interessata dai pozzi META, di circa 530 ha. Per soddisfare le esigenze della suddetta zona risultava necessario un serbatoio con volume utile d'invaso di circa 500'000 mc (600'000 mc per estati particolarmente siccitose). In particolare dei 530 ha serviti la superficie irrigata ammontava a circa 300 ha (di cui 280 coltivati a frutteto).

Successivamente, in accordo con i tecnici META, fu eseguita una analisi più approfondita dell'area in esame, dalla quale risultò che l'area critica di influenza dei pozzi META, era sicuramente maggiore dei 530 ha fissati in sede di studio preliminare visto il continuo incremento degli attingimenti per uso civile, destinati a crescere ulteriormente negli anni avvenire.

In data 17 giugno 1993 il Consorzio della Bonifica Reno-Palata elaborò un progetto, inerente il sistema di distribuzione, per estendere il territorio servito, ed in seguito agli incontri avuti con gli agricoltori e le rispettive associazioni di categoria negli anni 92/93, l'area servita venne perimetrata in 1'046 ha (di cui circa 600 irrigati) corrispondente all'area critica di influenza dei pozzi META.

Il raddoppio della superficie servita, mantenendo l'ipotesi fatta in sede di progetto preliminare (utilizzo della rete di fossi esistenti) avrebbe determinato un aumento del volume utile d'invaso di ulteriori 500'000 mc. Per contenere il volume invasabile, occorreva ridurre le

dispersioni e razionalizzare l'utilizzo della risorsa idrica. Per questo motivo fu previsto, nel suddetto progetto, un sistema di distribuzione collettiva intubato in pressione.

Una distribuzione collettiva con sistema intubato in pressione, unitamente al ricorso esclusivo alla microirrigazione (già largamente diffusa) pur consentendo di ridurre al minimo le dispersioni di acqua, non consentivano di soddisfare completamente la domanda idrica dell'area servita (circa 800'000 mc per 1'046 ha) con un invaso di soli 500'000 mc (ipotesi iniziale).

Nel progetto preliminare del bacino, la superficie in pianta della vasca era condizionata dai limiti di concessione di escavazione della cava: (forma rettangolare). La conformazione del bacino risultava alquanto allungata e molto lontana dalla conformazione teorica ottimale (circolare o quadrata) che minimizza la superficie a parità di perimetro.

Pertanto, in relazione alle suddette considerazioni, al fine di aumentare ed ottimizzare il volume d'invaso (in rapporto alla superficie da impermeabilizzare - che pesantemente incide sui costi -) e conseguentemente aumentare a 1'046 il territorio irriguo servibile, con l'adozione di una variante del PAE, da parte del Comune di San Cesario, venne autorizzato l'ampliamento dell'area di escavazione sul lato est del bacino (mantenendo come vincoli di distanza 10 m dal confine e 20 m dai fabbricati).

In questo modo, da un'analisi preliminare risultava che a fronte di un modesto aumento di superficie era possibile portare il volume utile a fini irrigui a circa 763'000 mc, mentre la capacità d'invaso poteva essere portata a circa 874.000 mc di cui circa 110.000 con funzioni di "polmone" per estati particolarmente siccitose o per non essiccare completamente il bacino a salvaguardia della fauna locale (uccelli, pesci ed anfibi).

Per quanto riguarda il bacino, in data 31/07/1996 il Consorzio elaborò il progetto preliminare con una capacità totale d'invaso di 804'000 mc (dello spessore massimo di 14 m ed 1 m tra il ciglio e la quota normale d'invaso) di cui utilizzabili 764'000 (per un'escursione massima di 12 m), sulla base del quale, nel novembre 1996, è stato redatto uno studio di impatto ambientale che ha riscontrato il parere favorevole del competente Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero per i beni Culturali e Ambientali con provvedimento del 6 maggio 1998.

Attualmente, in seguito alla Variante Generale al PAE del 1998, adottata dal Comune di San Cesario S.P., è in corso di definizione la definitiva sistemazione del bacino con possibilità di allargamento dello stesso e di conseguenza della sua capacità d'invaso.

2.Finalità dell'intervento

Alla luce di quanto riportato in precedenza, l'opera acquedottistica in progetto, ritenuta dalla Regione Emilia Romagna prioritaria per mantenere un corretto e razionale uso della risorsa idrica, ha quale obiettivo finale quello di utilizzare acqua superficiale, stoccata in un bacino di accumulo ricavato da un ex cava, in sostituzione di acqua di falda profonda da salvaguardare per scopi acquedottistici per la città di Modena.

Affinché ciò si realizzi completamente, occorrerà in tempi brevi provvedere alla realizzazione completa dell'opera di distribuzione, congiuntamente all'emanazione, da parte degli organi competenti, di una normativa indirizzata a disciplinare i prelievi di acqua di falda per usi agricoli da parte dei privati alla luce della nuova disponibilità idrica creata con la realizzazione del sistema irriguo in parola.

Un ipotesi plausibile potrebbe essere quella di limitare l'uso dei pozzi privati ai soli casi di emergenza (rottture improvvisate all'impianto di pompaggio o alla rete idrica) utilizzando il sistema collettivo per la normale pratica irrigua. Così facendo non solo si eviterebbe un attingimento da falda per usi agricoli di circa 2 milioni di mc di acqua, ma si avrebbe il pieno sfruttamento delle potenzialità del sistema irriguo con notevole riduzione dei costi fissi di gestione e di conseguenza un abbassamento del costo dell'irrigazione per gli agricoltori.

Qualora l'esercizio di questo serbatoio e della rete di distribuzione, a servizio dell'agricoltura locale, si configuri nel tempo - secondo ogni probabilità - come una pratica economica e integrata nelle ordinarie attività rurali, potrà apparire interessante (e questo non solo nel campo agricolo) rivolgersi allo studio dell'utilizzazione delle numerose cave ed excave presenti nel territorio come serbatoi d'acqua grezza a scopi plurimi.

Pertanto il sistema bacino-rete irrigua in questione costituisce una preziosa opportunità per utilizzare acque superficiali di buona e controllata qualità ad un costo limitato per la collettività, attribuendo un ruolo ambientale positivo all'attività estrattiva.

3. Premesse

Il citato progetto di massima della rete di distribuzione (relativo a 1'046 ha serviti), congiuntamente alla scheda di identificazione, fu presentato all'amministrazione Provinciale di Modena, Assessorato Ambiente, nel maggio del 1994, individuando il Programma Triennale per la tutela dell'ambiente, la possibile fonte di finanziamento del progetto.

Il suddetto Assessorato, con nota in data 22/06/1994 prot. 17324/8.1.9, dava comunicazione che la Regione Emilia Romagna con Delibera della Giunta del 07/06/1994 aveva approvato il "Documento regionale di programma per l'attuazione del Programma Triennale 1994/1996 per la tutela dell'ambiente" individuando questo Consorzio quale Soggetto Titolare di intervento.

Con nota del 1/12/1994 prot. 9986, la Regione Emilia Romagna, Assessorato Programmazione, Pianificazione e Ambiente, comunicava che il Ministro dell'ambiente con atto del 25/11/1994 prot. 21188/94/GAB/AG, aveva approvato il documento di programma presentato dalla Regione Emilia Romagna, nel quale questo Consorzio era stato individuato quale Soggetto Titolare del finanziamento relativo all'intervento n. 152 per un importo di L. 1.000 milioni nell'ambito della legge n. 305/89 art. 6: Programma triennale per la tutela dell'ambiente anni 1994/1996 (PTTA 94/96), invitando l'ente in indirizzo a comunicare l'avvenuto espletamento delle procedure evidenziate nonché a trasmettere il progetto esecutivo dell'opera entro il 06/03/1995.

Con successiva nota del 16/12/1994 prot. 103812 il suddetto Assessorato trasmetteva copia della Direttiva Regionale, concernente le procedure di attuazione del PTTA 94/96, assunta dalla Giunta Regionale nella seduta del 13/12/1994 con atto n. 6300.

Lo scrivente Consorzio oltre a comunicare quanto di competenza, con nota in data 06/03/1995, in atti del protocollo consortile n. 1248, trasmetteva alla Regione Emilia Romagna, Assessorato Programmazione, Pianificazione e Ambiente, il progetto esecutivo relativo all'intervento n. 152 per un importo di L. 1.000 milioni, riportante alcune modifiche tecnico-progettuali rispetto alla scheda di identificazione del 1994.

Lo stesso Assessorato, con nota in data 22/03/1995 prot. n. 2374, comunicava l'impossibilità ad attivare le procedure di aggiudicazione dei lavori previsti nel suddetto

progetto di 1° Stralcio, ex punto 5.1.5 lett. b) della Delibera CIPE 21/12/1993, in quanto mancava l'atto di definitiva assegnazione finanziaria da parte del Ministero dell'Ambiente dei fondi spettanti alla Regione Emilia Romagna nell'ambito del PTTA 94-96.

Nel 1998 la Regione Emilia Romagna, Assessorato Programmazione, Pianificazione e Ambiente, con nota del 15/05/1998 prot. n. AMB/IDR/98/11173, comunicava che con delibera n. 676 del 11/05/1998 la Giunta regionale aveva ammesso a finanziamento l'intervento riguardante il "*Sistema Irriguo in pressione nel Comune di San Cesario S.P. 1° Stralcio*" per un importo di L. 1.000 milioni da valersi sui fondi stanziati dal Ministero dell'Ambiente con Decreto n. 9762/ARS del 10/02/1998.

In seguito all'approvazione, da parte del Ministero dell'Ambiente, delle proposte di intervento della Regione Emilia Romagna formulate nella citata Delibera 676/98, il suddetto Assessorato, con nota in data 23/07/1998 prot. n. IDR/98/16741, chiedeva a questo Consorzio, di trasmettere, fra l'altro, il progetto esecutivo relativo all'opera in oggetto, entro il 28/10/1998.

Visto il lasso di tempo intercorso fra la data di riferimento della scheda di identificazione (1994), redatta sulla base del progetto di massima del 1993 e la data di redazione del nuovo progetto (1998); considerato che la suddetta scheda non contemplava le caratteristiche del progetto presentato in data 06/03/1995; fatte le dovute considerazioni di carattere tecnico-economico, anche al fine di contenere il costo dell'opera, questo Consorzio con nota del 23/10/1998 prot. n. 6985 richiese una variante alla scheda di identificazione, prima di procedere alla progettazione esecutiva dell'intervento. Tali modifiche, ritenute non sostanziali sono state approvate con Delibera di Giunta n. 1776/1999 da parte della Regione Emilia Romagna, dando così avvio alla definitiva progettazione esecutiva dell'intervento.

Il presente progetto esecutivo, viene pertanto redatto sulla base delle indicazioni e delle finalità riportate nella scheda di identificazione citata in precedenza. Tuttavia l'importo di progetto è superiore alla cifra prevista di L. 1.000 milioni. L'aumento scaturisce fondamentalmente dai seguenti motivi:

- Adeguamento dei prezzi unitari (dal 1994 al 1999);
- Applicazione dei Valori Agricoli Medi in vigore (1999)

- Adeguamento dell'aliquota I.V.A. (da 19% al 20%);
- Rispetto dalla normativa in vigore in materia di appalti pubblici e di cantieri edili.

Pertanto il presente progetto sarà corredato da una nuova scheda di identificazione, nella quale, pur rimanendo invariate le caratteristiche tecniche dell'opera e le sue finalità, saranno riportate le variazioni di carattere economico nonché l'indicazione di altro ente finanziatore che si impegna formalmente a cofinanziare l'opera nella misura eccedente la cifra stanziata di L. 1.000 milioni.

In data 03/01/2000 questo Consorzio ha presentato al Comune di San Cesario sul Panaro il progetto definitivo dell'opera in oggetto, al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie in conformità alle norme e ai regolamenti comunali vigenti, chiedendo altresì, al suddetto ente, un impegno formale a cofinanziare l'opera nella misura eccedente la somma finanziata di L. 1.000 milioni.

Il suddetto progetto è stato approvato in commissione edilizia nella seduta del 12/01/2000, mentre nella seduta del Consiglio Comunale del 18/01/2000 è stato definitivamente approvato il progetto. Congiuntamente nella suddetta seduta di consiglio è stato preso impegno formale a cofinanziare l'opera nella misura eccedente la somma di L. 1.000 milioni, pari a L. 350 milioni come da progetto definitivo presentato.

4. Ubicazione dell'intervento, dotazione irrigua del progetto generale

Come evidenziato nella planimetria CTR 1:10'000 allegata, il comprensorio servito ha un'area di 1'046 ha (130 ha nel 1° stralcio), è ubicato a sud ovest del Comune di San Cesario S.P. ed è nella maggior parte delimitato: a nord dall'autostrada A1 e dalle vie S. Bernardino e Liberazione, a sud-ovest dal fiume Panaro e a sud dalla via Manfredini.

Le quote del piano di campagna del territorio da servire, procedendo da sud-ovest verso nord est, variano da un massimo di 65.00 m s.m in corrispondenza del bacino di accumulo ad un minimo di 47.00 m s.m a nord dell'autostrada A1.

I principali dati assunti a base del calcolo della dotazione irrigua sono:

Superficie Dominata	1046 ha
Superficie Aziendale Catastale (al lordo delle tare aziendali)	750 ha
Superficie Irrigabile	705 ha

Superficie Irrigata	595 ha
Superficie Contemporaneamente irrigata	445 ha
Numero aziende	170
Dotazione netta nella decade di punta	425 mc/ha

Al fine di contenere i consumi d'acqua si è prevista una modalità di irrigazione ad elevata efficienza di adacquamento (umettamento localizzato) con corpi d'acqua di 6, 12, 15 o 20 l/s a seconda delle dimensioni aziendali.

Pensando di irrigare 16 ore su 24 ed assumendo una efficienza irrigua totale pari all'84% corrispondente a quella di un sistema di irrigazione ad umettamento localizzato con reti collettive ed aziendali costituite da condotte in pressione, le portate continue specifiche lorde nel bimestre luglio agosto e nella decade di massimo consumo (1 decade di luglio) sono rispettivamente 0.54 e 0.88 l/s/ha.

Ipotizzando un'area contemporaneamente irrigata nella decade di massimo consumo di 445 ha, la portata massima con cui dimensionare l'impianto di pompaggio è pertanto di circa 425 l/s.

Al fine di mantenere, anche nelle peggiori condizioni di esercizio, una pressione minima di 2.0 bar sul gruppo di consegna più sfavorito l'impianto di pompaggio deve funzionare alla prevalenza di 7 bar.

5. Descrizione dei lavori del 1° stralcio esecutivo

Come accennato il presente 1° Stralcio esecutivo è finalizzato alla realizzazione delle prime opere indispensabili a rendere funzionale il sistema irriguo servendo una superficie di 130 ha, ed un numero di aziende pari a 36.

Eseguito questo primo stralcio, gli stralci successivi saranno finalizzati esclusivamente all'ampliamento della superficie servita mediante un allungamento della rete di adduzione, ed al potenziamento consequenziale dell'impianto di pompaggio con l'installazione delle pompe non previste dal presente stralcio ma per le quali è posta in essere la predisposizione e gli allacciamenti necessari.

Come accennato, il sistema irriguo in parola, preleva acqua dal costruendo bacino irriguo, la cui realizzazione è stata posta a carico della ditta escavatrice. Oltre alla regolarizzazione ed impermeabilizzazione del bacino, sono a carico della suddetta ditta anche alcune opere complementari come: piazzale e viabilità di servizio; risezionamento dei fossi adduttori; saracinesche; manufatti vari. Rientrano nelle loro competenze anche alcune opere che necessariamente dovranno essere eseguite prima o contemporaneamente alla esecuzione dei lavori previsti nel presente progetto. Trattasi del cunicolo di alimentazione e del vano di alloggiamento delle elettropompe sommerse; il pozzetto di alloggio del valvolame e del collettore di mandata con opere murarie e grigliati carrabili.

Allo stato attuale, la fase di escavazione e delle prime opere di ripristino sul lato sud del bacino, destinato ad ospitare le strutture suddette, è terminato, pertanto si potrà procedere, quanto prima, alla realizzazione delle suddette opere necessarie all'installazione delle elettropompe ed al collegamento con la rete irrigua in progetto.

Alla luce di quanto sopra esposto sono previsti nella perizia in oggetto:

A) Rete di tubazioni e pezzi speciali:

- Rete di tubazioni principali in vetroresina (PRFV) UNI 9032-33 DN 600-450, PN 10 e relativi pezzi speciali.
- Rete di tubazioni secondaria con tubazioni in PVC UNI 7441-75 DN 200-160-110, PN 10 e relativi pezzi speciali.
- Sifoni in vetroresina (PRFV) per attraversamento rete SNAM e AGIP;
- "Te" per innesto tubazioni secondarie sulle tubazioni principali;

B) Valvolame:

- Saracinesche di ghisa sferoidale PN 10 DN 200 - 100 complete di aste di manovra;
- Valvola a farfalla PN 10;
- Scarichi di fondo e sfiati di ghisa sferoidale DN 100 completi di saracinesca in pozzetto di c.a. prefabbricato 1.00x1.00 m per gli scarichi ed 0.80x0.80 m per gli sfiati;
- N° 38 gruppi di consegna in ghisa sferoidale DN 100-80, PN 16 completi di saracinesche, contatore, limitatore di portata, presa a giunto, cameretta di c.a.;

C) Movimenti di terra e opere murarie:

- Scavo a sezione obbligata e rinterro per posa tubazioni;
- Rinfianchi con sabbietta di cava, ghiaietto 5-20, terreno sabbioso selezionato, conglomerato cementizio magro;
- Taglio, demolizione e ripristino di pavimentazione stradale con materiale stabilizzato, conglomerato cementizio magro e tappeto bituminoso;
- Cameretta di manovra in c.a. gettato in opera della valvola a farfalla al nodo 24;
- Opere in ferro lavorato per grigliati e chiusini;

D) Impianto di sollevamento:

D.1) Fabbricato di alloggiamento apparecchiature elettriche di dimensioni 5,80 x 11,20 x 3,80, realizzato con struttura in muratura portante e infissi metallici, contenente:

D.1.1) locale consegna M.T. ENEL;

D.1.2) locale alloggiamento contatori;

D.1.3) locale quadri formato da:

D.1.3.1) cabina elettrica di M.T. in quadri protetti

D.1.3.2) quadri per la distribuzione in B.T. a protezione delle elettropompe e delle apparecchiature ausiliarie

D.1.4) elettrocompressori d'aria

D.1.5) impianti di gestione e controllo

D.1.6) impianto di terra di protezione

D.1.7) impianto di illuminazione

D.2) - Sollevamento

Nel manufatto dell'opera di presa, opportunamente predisposto dalla ditta escavatrice, sono stati previsti:

D.2.1) n. 7 alloggiamenti per elettropompe sommergibili; nel presente primo stralcio, vengono calcolate n. 3 elettropompe con le seguenti caratteristiche:

D.2.2) n. 1 elettropompe da 20 Kw, 25 litri/sec

D.2.3) n. 2 elettropompe da 42 Kw, 50 litri/sec

D.3) - Tubazioni di mandata

In adiacenza al manufatto, vengono collocate le valvole ed i raccordi delle tubazioni di mandata ed il collettore principale diam. 600 mm in acciaio.

D.4) - Sistema pneumatico

Per il mantenimento della pressione d'esercizio, è presente nel primo stralcio l'installazione di n. 1 autoclave della capacità di 2000 litri.

Con le attrezzature e gli impianti sopra descritti potrà essere servita un'area di 130 ha (dei 1.046 del progetto generale) di cui effettivamente irrigati 110.

Tale area, per motivi di avanzamento dei lavori, si estende nella zona antistante il bacino di accumulo e alimentazione.

6. Normativa di riferimento

Le tubazioni, gli impianti e i criteri di calcolo e posa in opera, dovranno essere conformi alle norme tecniche vigenti, ed in particolare per le tubazioni a:

- UNI 9032-9033: tubazioni in resina poliestere isoftalica rinforzata con fibre di vetro (PRFV);
- UNI 7441-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova generali;
- UNI 7442-75: Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7449-75: Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi.

7. Interferenze con le linee esistenti (Acqua ;Gas; SNAM; AGIP; TELECOM) e con la viabilità comunale.

La progettazione del sistema irriguo ha dovuto tenere conto della presenza lungo il tracciato di reti sotterranee intubate quali: acqua e gas comunali; SNAM; AGIP; TELECOM.

A tale fine è stato richiesto, agli enti gestori interessati, di fornire indicazioni sui tracciati e sulle prescrizioni circa il loro attraversamento (vedi elaborati progettuali relativi alle interferenze), verificando le interferenze con il tracciato della rete irrigua.

Alla luce di quanto preliminarmente comunicato dai singoli enti gestori delle suddette reti, nella redazione del presente progetto sono stati inseriti i seguenti accorgimenti:

- per le interferenze con le reti acqua e gas comunale si manterrà una distanza fra le superfici affacciate delle condotte (reti esistenti e costruenda rete irrigua) non inferiore a 0.5 m, in ottemperanza al DM. 24/11/1984;
- per gli attraversamenti reti SNAM e AGIP, nel punto di intersezione, sarà realizzato un sifone composto da 4 curve a 45° più 5 metri di tubo, ovvero la lunghezza necessaria a sottopassare la condotta esistente ad una distanza, dalla sua generatrice inferiore, maggiore di 1,5 m. Saranno inoltre realizzate in opera beole di segnalazione in c.a fra le due condotte e fra il piano di calpestio e la condotta a quota più elevata.
- per l'attraversamento dell'impianto telefonico in fibre ottiche della TELECOM, non occorrono particolari accorgimenti, visto che la distanza fra le due superfici affacciate delle tubazioni è di 0,65 m.

(Vedi elaborati progettuali relativi alle interferenze)

Prima di procedere con la realizzazione dell'opera si procederà, congiuntamente all'ente gestore delle citate reti sotterranee, ad eseguire un picchettamento dei tracciati individuando materialmente i punti di intersezione redigendo apposito verbale di picchettamento.

Per quanto riguarda la viabilità viene intercettata la Via Martiri Artioli. Durante i lavori di attraversamento (durata prevista 3 gg), la strada sarà chiusa al traffico nel tratto che va dal Ponte di Altolà fino all'incrocio con la Via per Castelfranco, deviando il traffico per località Magazzino, ovvero per l'abitato di Spilamberto e di San Cesario. Sarà comunque garantito l'accesso ai residenti. (Vedi elaborati progettuali relativi alle interferenze)

8. Adempimenti previsti dal decreto leg.vo 494/96 in materia di sicurezza del lavoro nei cantieri temporanei o mobili

Ai sensi dell'art. 3 comma 1 secondo periodo sono state determinate la durata dei lavori e delle singole fasi nonché l'entità presunta del cantiere.

Pertanto sulla base di quanto previsto dall'art. 3 comma 3 lettera a) – entità presunta del cantiere maggiore di 100 uomini/giorno con la presenza di più imprese – è stato designato il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione che ha provveduto a redigere il “Piano di Sicurezza e Coordinamento” secondo quanto previsto dall'art. 12 e riportato nel presente progetto completo di ogni sua parte prevista dalla normativa vigente.

9. Occupazioni di terreno

La realizzazione della rete irrigua implica l'occupazione e il successivo asservimento della fascia di terreno sulla quale insisteranno le tubazioni.

La larghezza della fascia da asservire sarà differenziata in funzione del diametro della condotta posata.

In particolare la fascia da assoggettare a servitù di acquedotto e passaggio avrà una larghezza complessiva variabile, in funzione del diametro, per la lunghezza dei rispettivi tratti di tubazione e sarà composta nel seguente modo.

Per la condotta principale totale fascia da asservire 5 m di cui:

- Fascia centrale a servizio della tubazione interrata: 1.00 m;
- Fascia laterale di rispetto: 2+2 m dalla precedente.

Per le condotte secondarie totale fascia da asservire 3 m di cui:

- Fascia centrale a servizio della tubazione interrata: 1.00 m;
- Fascia laterale di rispetto: 1+1 m dalla precedente.

Per tali aree sarà costituita servitù di acquedotto e passaggio con regolare atto notarile. Su di essa sarà fatto divieto di erigere costruzioni di qualsiasi tipo, strade o piazzali stabili in cemento o conglomerato bituminoso, recinzioni fisse, piantagioni di alto fusto.

Sarà permessa la normale coltivazione con colture erbacee o arboree (frutteti), nonché la realizzazione di strade o piazzali in terra battuta o stabilizzato.

Oltre agli oneri di servitù, sono stati valutati gli indennizzi relativi ai danni per frutti pendenti ed agli impianti arborei esistenti.

Per la determinazione delle indennità di asservimento sono stati adottati i criteri dettati dal Decreto Regionale n. 114 del 08/03/1978 e successiva Circolare Regionale del 07/04/1978 prot. n. 3543. I Valori Agricoli Medi presi a base per il calcolo dell'indennità di servitù sono

quelli determinati dalla Commissione Provinciale Espropri (ex art. 14 Legge 10/77) per l'anno 1999, Provincia di Modena. Regione Agraria n. 6 – Pianura di Modena, in attuazione dell'art. 16 della Legge 865/71 e successive modificazioni.

Tale criterio, risulta apparentemente discordante rispetto ai recenti orientamenti in materia di servitù per condotte interrate espressi dalle associazioni di categoria e dalla giurisprudenza prevalente. Tuttavia è giustificato dal fatto che si tratta di un'opera al servizio diretto degli agricoltori, pertanto i fondi interessati assumono la duplice veste di fondo servente e fondo dominante.

Si rimanda al piano particellare di asservimento per il dettaglio riguardante i valori adottati e le ditte da asservire.

Il tracciato, è stato studiato in modo tale da interessare in larga parte gli interfilari dei frutteti o le cavedagne di servizio in modo da causare minori danni e disagi alle proprietà interessate. La fascia messa a disposizione dell'impresa esecutrice per la realizzazione dei lavori sarà di circa 10 m, da valutarsi sul posto al momento della consegna dei lavori.

L'area occupata dal fabbricato servizi, è ceduta gratuitamente dalla ditta escavatrice quale onere di escavazione.

10. Quadro di spesa

Con riferimento agli interventi descritti ai paragrafi precedenti, è stato effettuato il computo metrico-estimativo.

I prezzi unitari adottati, ove possibile sono stati desunti dall'Aggiornamento Elenco Prezzi Regionale per le Opere di Difesa del Suolo redatto dalla Regione Emilia-Romagna-Assessorato Programmazione, Pianificazione ed Ambiente di cui alla delibera della G.R. 16.06.99 n. 962.

Per altre voci non presenti nel prezzario di riferimento (in particolare per le tubazioni e relativi pezzi speciali) si sono invece utilizzati i prezzi di mercato ricorrendo ad apposite richieste di preventivo sulla fornitura dei materiali, e mediante successiva analisi, sono stati determinati i nuovi prezzi.

Tutti i nuovi prezzi sono stati denominati nella voce elenco prezzi con la sigla NP.

Il quadro di spesa, per un importo complessivo di L. 1.350.000.000, per la realizzazione delle opere di progetto è sinteticamente descritto nel seguente prospetto A.

PROSPETTO A

Quadro economico di spesa

	Importo in lire
A. Lavori	
A.1 Rete Irrigua	522.048.600
A.2 Fabbricato Servizi	52.825.900
A.3 Centrale di pompaggio	325.296.000
A. Totale importo lavori	900.170.500
 B. Somme a disposizione dell'Amministrazione	
B.1 Fornitura ENEL per alimentazione elettropompe	31.350.000
B.2 Servitù, occupaz. temp., danni ai frutti pendenti (comprensivi di spese notarili)	
<i>B.2.1 Servitù di acquedotto</i>	<i>18.208.015</i>
<i>B.2.2 Danni ai frutti pendenti</i>	<i>21.800.000</i>
<i>B.2.3 Spese, Tasse e imposte (Non soggetti a IVA)</i>	<i>28.860.000</i>
<i>B.2.4 Spese, Diritti, Onorari e Accessori (Soggetti a IVA)</i>	<i>12.950.000</i>
B.2 Totale Servitù, occupaz. temp., danni ai frutti pendenti (comprensivi di spese notarili)	81.818.015
B.3 Spese Generali (12% di A+B.1+B.2)	121.600.622
B.4 IVA (20 % di A+B.1+B.2.4)	188.894.100
B.5 Imprevisti	26.166.763
B. Totale Somme a disposizione	449.829.500
 TOTALE A.+ B.	 1.350.000.000

11. Modalità e tempi di esecuzione delle opere

Il tempo necessario prevedibile per l'esecuzione dei lavori del primo stralcio è di **300** (trecento) giorni naturali e consecutivi. Tale durata comprende anche i periodi di sosta dei cantieri per avversità meteorologiche con la sola eccezione di eventi a carattere assolutamente eccezionali a seguito dei quali verrà concessa una proroga pari alla durata degli eventi stessi.

I lavori verranno aggiudicate con gara d'appalto secondo quanto stabilito nell'allegato Capitolato Speciale d'Appalto.

Bologna 20 gennaio 2000

II PROGETTISTA:



**CONSORZIO PONTIFICA
RENZO PALATA**
[Handwritten signature]

INDICE

1. Introduzione.....	1
2.Finalità dell'intervento	5
3. Premesse	6
4. Ubicazione dell'intervento, dotazione irrigua del progetto generale	8
5. Descrizione dei lavori del 1° stralcio esecutivo.....	9
6. Normativa di riferimento	12
7. Interferenze con le linee esistenti (Acqua ;Gas; SNAM; AGIP; TELECOM) e con la viabilità comunale.	12
8. Adempimenti previsti dal decreto leg.vo 494/96 in materia di sicurezza del lavoro nei cantieri temporanei o mobili.....	13
9. Occupazioni di terreno.....	14
10. Quadro di spesa	15
11. Modalità e tempi di esecuzione delle opere.....	17

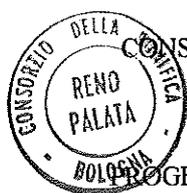


CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.2	Titolo: RELAZIONE GEOTECNICA E INDAGINI GEOLOGICHE
Data: 20 gennaio 2000	
Scala:	
Rev. n°:	
File: 342_b_rel_geo.doc	



IL PROGETTISTA

CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI
SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI
(Ing. *Marco Sovrini*)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE
(Dr. *Giuseppe Ardiacono*)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE
(Per. Ind. *Franco Cocchi*)



RELAZIONE GEOTECNICA

Per la realizzazione del sistema irriguo in pressione in Comune di San Cesario sul Panaro (Modena) il Consorzio ha provveduto ad effettuare una serie di indagini geologiche, che si allegano, per conoscere l'esatta natura dei terreni interessati dalla costruzione del bacino presso il fondo Misley e della rete irrigua. Per questo sono state commissionate a studi geologici specializzati indagini ed analisi di laboratorio, che hanno confermato la piena fattibilità dell'iniziativa ed il perfetto inserimento delle opere nell'ambiente interessato.

Sono stati raccolti dati anche sulle cave di prestito per la fornitura del terreno argilloso necessario all'impermeabilizzazione del bacino.

Dall'indagine è risultato che la cava che offre le maggiori garanzie per qualità di prodotto è quella sul Rio d'Orzo in Comune di Castello di Serravalle.

CONSORZIO DELLA BONIFICA
RENO-PALATA
(Ing. Marco Sovrini)



GEOSERVIZI di L. D. Bisi

Via Emilia Ovest 1641

41010 MODENA

tel. 059/330245-0337/588495

F. IVA 0147 380 0363

Spett. CONSORZIO

RENO-PALATA

Bologna

Alla cortese attenzione dello

Ing. Trocchi e del

Dott. Gasparini

INDAGINI GEOGNOSTICHE RELATIVE AD IL
PROGETTO PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE PRIMARIA DI
UN SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE IN COMUNE DI S. CESARIO S. P.
(MODENA) .



GEOSERVIZI

Via Emilia Ovest, 1641
CITTANOVA (MODENA)
Tel. 059/84.86.32 - MODENA
P. IVA 01473800363

L. Bisi

OGGETTO : RELAZIONE DEFINITIVA CIRCA I LAVORI DI INDAGINE GEOGNOSTICA DA NOI ESEGUITI IN FUNZIONE DELLA AGGIUDICAZIONE, COME DA VS. PROTOCOLLO N. 3372.

Ringraziandovi per l'assegnazione dei lavori in oggetto e confidando in prossime Vs. richieste nei settori di ns. intervento, siamo lieti di proporre alla Vs. attenzione la presente nota relativa alle indagini geognostiche eseguite.

- INDAGINI GEOGNOSTICHE PRODOTTE :

N.3 Sondaggi a carotaggio continuo per 96 mt in totale

N.6 S.P.T. a punta chiusa

N.3 Piez. tipo Norton posizionati nei fori di sondaggio per 92
mt in totale

N.12 Prove Penetr. Dinamiche Pesanti per 53.1 mt in totale

- MACCHINE OPERATRICI USATE : si ha operato tramite una perforatrice Ellettari EK 1000 montata su trattore gommato Fiat 1580 del peso complessivo di 133 q.li e potenza pari a 150 HP; il penetro-

metro dinamico pesante utilizzato è invece montato su fuoristrada Nissan 4*4 . Un fuoristrada ed un rimorchio sono stati utilizzati come mezzi di servizio e rifornimento idrico .

Le terebrazioni eseguite testimoniano una considerevole omogeneità e monotonia stratigrafica dell'area in oggetto, verificando l'esistenza di una modesta copertura argillosa di colore nocciola, interessante i primi 1,8 mt dal p.c., oltre la quale compaiono ghiaie grossolane e ciottoli con scarsa matrice argillosa sempre nocciola; pochi livelletti, peraltro indicati in stratigrafia, sempre ghiaiosi ma meno resistenti, vivacizzano un poco la continuità del banco ghiaioso il quale pare interessare la zona per almeno 60-70 mt dal p.c. .

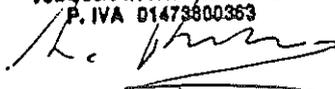
Il tetto della prima considerevole falda si attesta mediamente intorno ai -23 mt dal p.c., come si ha verificato nei 3 piezometri posizionati nei fori di sondaggio.

Le Pr. Penetr. Dinamiche Pesanti eseguite (v. specifica Penetr. utilizzato), pur spinte tutte a rifiuto, raramente sono riuscite ad interessare spessori superiori ai 7 mt. dal piano di lavoro.

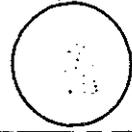
Di seguito si allegano le restituzioni grafiche dei sondaggi e delle Pr. Penetr. dinamiche prodotte.

Cordiali saluti

Modena, 08/07/94

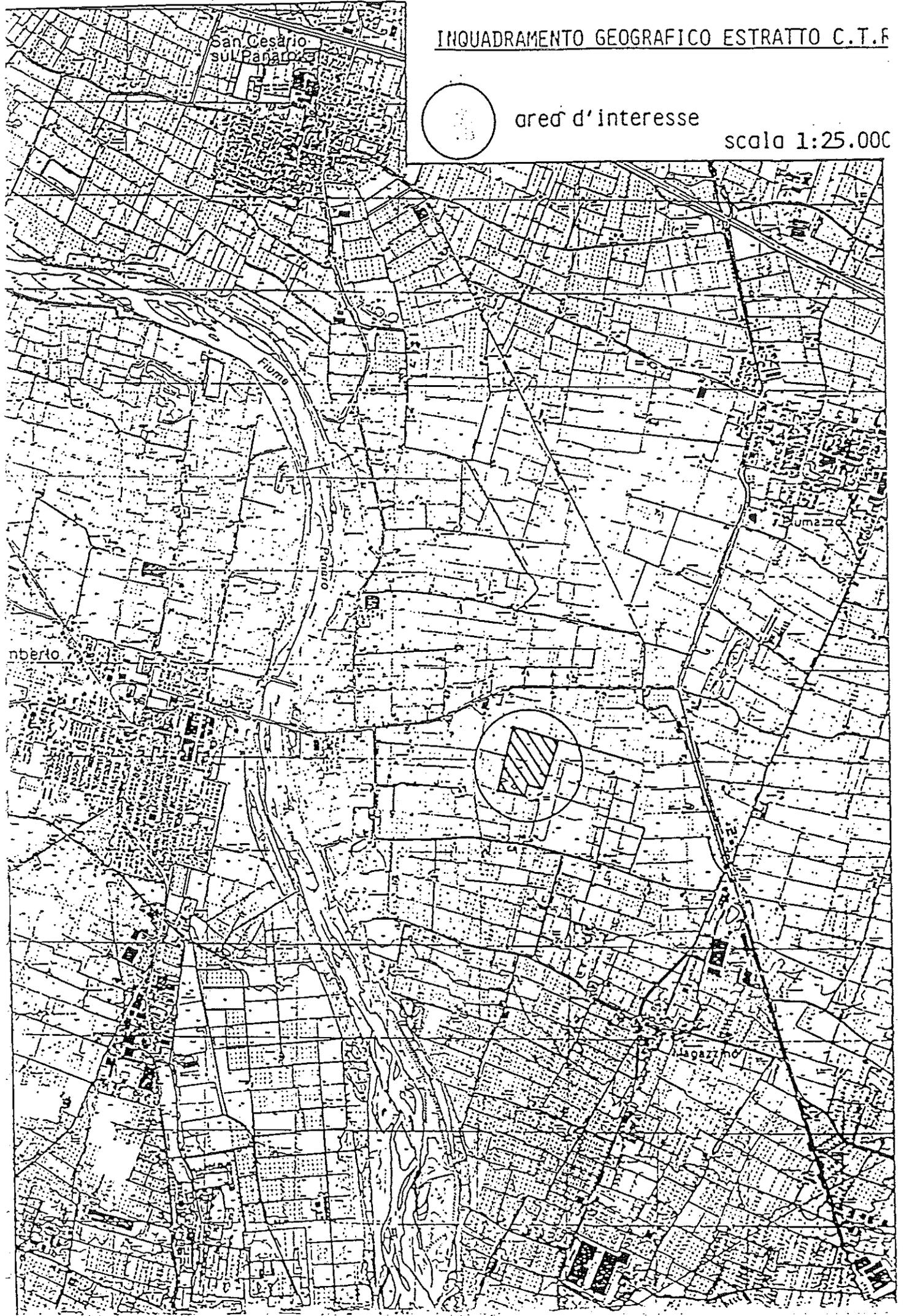
**GEOSERVIZI**
Via Emilia Ovest, 1641
CITTANOVA (MODENA)
Tel. 059/84.86.32 - MODENA
P. IVA 01473800363


INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ESTRATTO C.T.F



area d'interesse

scala 1:25.000



SONDAGGIO GEOGNOSTICO n. 1

RZ-SP-88

Tipo : Carotaggio continuo Data : 11-13/07/94
 Localit : San Cesario (Modena) - Loc. Cava Misley Quota inizio : ---
 Committente : Cons. Reno-Palata - Bologna
 Note : Posiz. Piezometro tipo Morton a -30 mt scala profondit : 1 : 250

CAMPIONI : A-B-C... = INDISTURBATI 1-2-3... = RIRAMEBILIATI

prof. (m)	siab.	CAMPIONI N. prof. (m)	NATURA STRATIGRAFICA descrizione	S.P.T. chiuso
0.00			Superficie di argilla scura - plastica - medio consistente	
1.00				
1.00 - 1.05				
1.05 - 1.10				
1.10 - 1.15				
1.15 - 1.20				
1.20 - 1.25				
1.25 - 1.30				
1.30 - 1.35				
1.35 - 1.40				
1.40 - 1.45				
1.45 - 1.50				
1.50 - 1.55				
1.55 - 1.60				
1.60 - 1.65				
1.65 - 1.70				
1.70 - 1.75				
1.75 - 1.80				
1.80 - 1.85				
1.85 - 1.90				
1.90 - 1.95				
1.95 - 2.00				
2.00 - 2.05				
2.05 - 2.10				
2.10 - 2.15				
2.15 - 2.20				
2.20 - 2.25				
2.25 - 2.30				
2.30 - 2.35				
2.35 - 2.40				
2.40 - 2.45				
2.45 - 2.50				
2.50 - 2.55				
2.55 - 2.60				
2.60 - 2.65				
2.65 - 2.70				
2.70 - 2.75				
2.75 - 2.80				
2.80 - 2.85				
2.85 - 2.90				
2.90 - 2.95				
2.95 - 3.00				
3.00 - 3.05				
3.05 - 3.10				
3.10 - 3.15				
3.15 - 3.20				
3.20 - 3.25				
3.25 - 3.30				
3.30 - 3.35				
3.35 - 3.40				
3.40 - 3.45				
3.45 - 3.50				
3.50 - 3.55				
3.55 - 3.60				
3.60 - 3.65				
3.65 - 3.70				
3.70 - 3.75				
3.75 - 3.80				
3.80 - 3.85				
3.85 - 3.90				
3.90 - 3.95				
3.95 - 4.00				
4.00 - 4.05				
4.05 - 4.10				
4.10 - 4.15				
4.15 - 4.20				
4.20 - 4.25				
4.25 - 4.30				
4.30 - 4.35				
4.35 - 4.40				
4.40 - 4.45				
4.45 - 4.50				
4.50 - 4.55				
4.55 - 4.60				
4.60 - 4.65				
4.65 - 4.70				
4.70 - 4.75				
4.75 - 4.80				
4.80 - 4.85				
4.85 - 4.90				
4.90 - 4.95				
4.95 - 5.00				

PENETROMETRO DINAMICO PESANTE
ITALIANO (SCPT) (AGI 1977)

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	$M = 73.0 \text{ kg}$	
ALTEZZA CADUTA MAGLIO	$H = 0.75 \text{ m}$	(infissione punta) VOLATA CONVENZIONALE
» » »	$H' = \text{qualsiasi}$	(infissione rivestimento)
PESO SISTEMA BATTUTA	$M_s = 10.0 \text{ kg}$	(esclusa massa battente)
DIAMETRO PUNTA CONICA	$D = 50.8 \text{ mm}$	
AREA BASE PUNTA CON.	$A = 20.27 \text{ cm}^2$	
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$	
LUNGHEZZA CADAUNA ASTA	$L_a = 0.90 \text{ m}$	
PESO ASTA PER METRO	$M_a = 4.60 \text{ kg/m}$	
PROF. GIUNZIONE L'ASTA	$P_1 = 0.90 \text{ m}$	
AVANZAMENTO	$b = 0.30 \text{ m}$	
NUMERO DI COLPI PUNTA	$N_p = \text{VALORE RILEVATO}$	(avanzamento b - volata H convenzionale)
NUMERO DI COLPI RIVEST.	$N_r = \text{VALORE RILEVATO}$	(avanzamento b - volata $H' = \text{qualsiasi}$)
» » » »	$N'r = \text{VALORE RAGGUAGLIATO alla volata convenzion. H}$	$N'r = N_r H' / H$
RIVESTIMENTO ESTERNO :	PREVISTO	
DIAMETRO RIVESTIMENTO	$D_r = 48.0 \text{ mm}$	(peso rivestimento $M_r = 5.3 \text{ kg/m}$)
ENERGIA SPECIF. PER COLPO	$Q = (MH)/(Ab) = 9.00 \text{ kg/cm}^2$	(prova SPT : $Q_{spt} = 7.63 \text{ kg/cm}^2$)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q / Q_{spt} = 1.15$	(teoricamente : $M_{spt} = \beta_t M_p$)
R_{pd} (resistenza dinamica alla punta) funzione del numero di colpi N_p	(FORMULA OLAMDESE) :	
$R_{pd} = M' H / A e (M + P) \dot{e} = M' H N_p / A b (M + P) \dot{e}$		ove :
R_{pd} = resist. dinamica punta	area $A \dot{e}$	M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = b / N_p		P = peso totale aste e sistema di battuta

Prova S.C.P.T. n° 1-2-4-5

città S. Cesario

data 12/07/94

committente

5

cantiere

4

N° 1

N° 2

N°

prof	Np	Nr									
0.9	2		0.9	3		0.9	2		0.9	2	
	3			6			4			4	
	2			5			2			3	
	3			5			2			3	
1.80	8		1.80	5		1.80	2		1.80	6	
	22			4			7			6	
	30			4			7			6	
2.70	45		2.70	4		2.70	2		2.70	6	
	32			3			4			2	
	37			4			3			2	
3.60	62		3.60	2		3.60	4		3.60	2	
	RIFIUTO			2			5			2	
				3			5			2	
4.50			4.50	2		4.50	8		4.50	2	
				5			17			4	
				12			8			8	
5.40			5.40	39		5.40	20		5.40	5	
				25			34			13	
				32			38			29	
6.30			6.30	43		6.30	32		6.30	30	
				48			45			32	
				50			34			55	
7.20			7.20	RIFIUTO		7.20	20		7.20	RIFIUTO	
							RIFIUTO				
8.10			8.10			8.10			8.10		
9.00			9.00			9.00			9.00		
9.90			9.90			9.90			9.90		
10.80			10.80			10.80			10.80		
11.70			11.70			11.70			11.70		
12.60			12.60			12.60			12.60		
13.50			13.50			13.50			13.50		
14.40			14.40			14.40			14.40		
15.30			15.30			15.30			15.30		
16.20			16.20			16.20			16.20		
17.10			17.10			17.10			17.10		
18.00			18.00			18.00			18.00		

Fondato il Fondo

Fondato il Fondo

Fondato il Fondo

prova S.C.P.T. n° 3-6-7-8
 città S. Cesario data 22/07/94
 committente cantiere

N 3

N 6

N 7

N 8

prof	Np	Nr	prof	Np	Nr	prof	Np	Nr	prof	Np	Nr
	2			3			2			4	
9	4		0.9	5		0.9	3		0.9	3	
	3			5			2			6	
	4			27			15			13	
30	2		1.80	28		1.80	21		1.80	18	
	1			56			30			24	
	2			70			29			26	
0	3		2.70	RIFIUTO		2.70	29		2.70	27	
	2						50			18	
	4						50			13	
0	2		3.60			3.60	70		3.60	9	
	3						RIFIUTO			7	
	4									7	
0	7		4.50			4.50			4.50	8	
	14									12	
	24									42	
0	28		5.40			5.40			5.40	57	
	29									78	
	35									RIFIUTO	
0	62		6.30			6.30			6.30		
	RIFIUTO										
			7.20			7.20			7.20		
			8.10			8.10			8.10		
			9.00			9.00			9.00		
			9.90			9.90			9.90		
			10.80			10.80			10.80		
			11.70			11.70			11.70		
			12.60			12.60			12.60		
			13.50			13.50			13.50		
			14.40			14.40			14.40		
			15.30			15.30			15.30		
			16.20			16.20			16.20		
			17.10			17.10			17.10		
			18.00			18.00			18.00		

Prova S.C.P.T. n° 9-10-10bis-11

città SAN CESARIO

data 27/07/94

compattente

cantiere CAVA

9

10

10bis

11

prof	Np	Nr	prof	Np	Nr	prof	Np	Nr	prof	Np	Nr
0.9	4 6 2		0.9	7 10 4	2 6 6	0.9	2 2 42		0.9		
1.80	2 3 4		1.80	RIF RIF	RIF RIF	1.80	47 49 RIF		1.80		
2.70	4 6		2.70			2.70			2.70		
3.60	3 4 9		3.60			3.60			3.60		
4.50	17 28 29		4.50			4.50			4.50		
5.40	44 73 33		5.40			5.40			5.40		
6.30	36 32 38		6.30			6.30			6.30		
7.20			7.20			7.20			7.20		
8.10			8.10			8.10			8.10		
9.00			9.00			9.00			9.00		
9.90			9.90			9.90			9.90		
10.80			10.80			10.80			10.80		
11.70			11.70			11.70			11.70		
12.60			12.60			12.60			12.60		
13.50			13.50			13.50			13.50		
14.40			14.40			14.40			14.40		
15.30			15.30			15.30			15.30		
16.20			16.20			16.20			16.20		
17.10			17.10			17.10			17.10		
18.00			18.00			18.00			18.00		

(punta)

Np

100

75

50

25

0

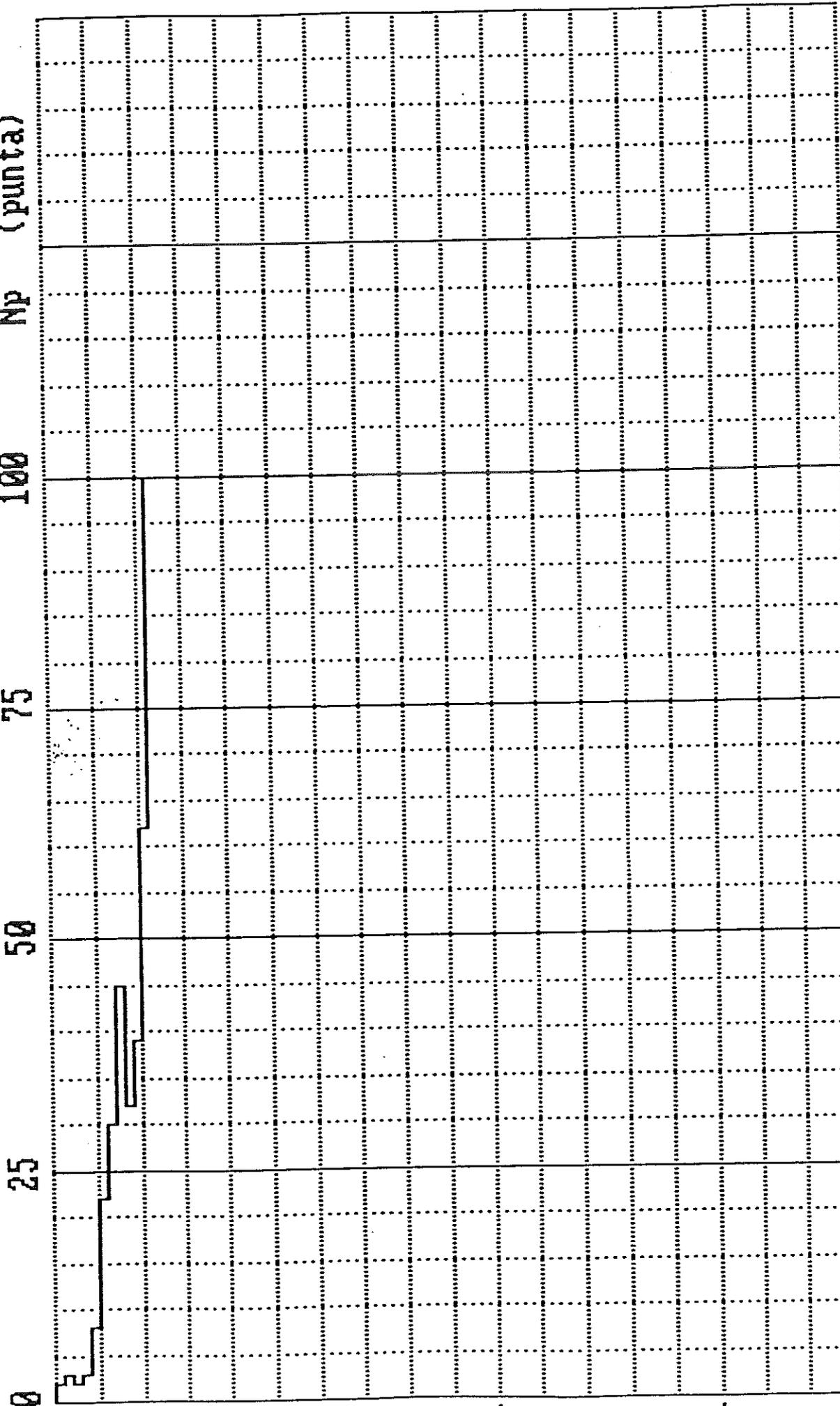
M

15-

foglio 1

Rif. Bisi

prova penetrometrica dinamica SPT 01



0 25 50 75 100 Np (punta)

0 25 50 75 100

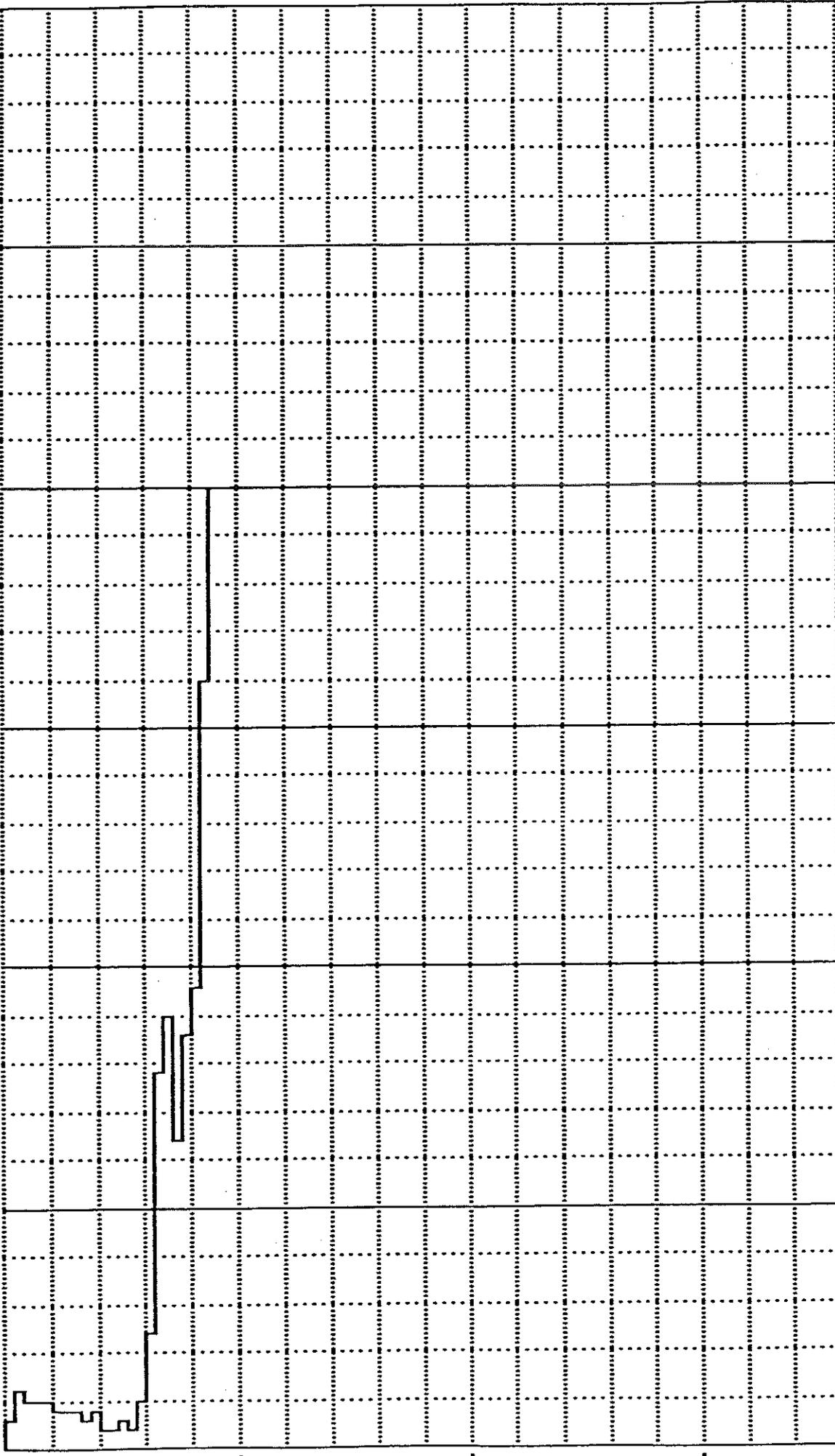
0 25 50 75 100

0 25 50 75 100

0 25 50 75 100

0 25 50 75 100

0 25 50 75 100



M

Np (punta)

100

75

50

25

0

M

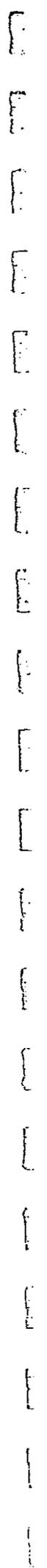
15-

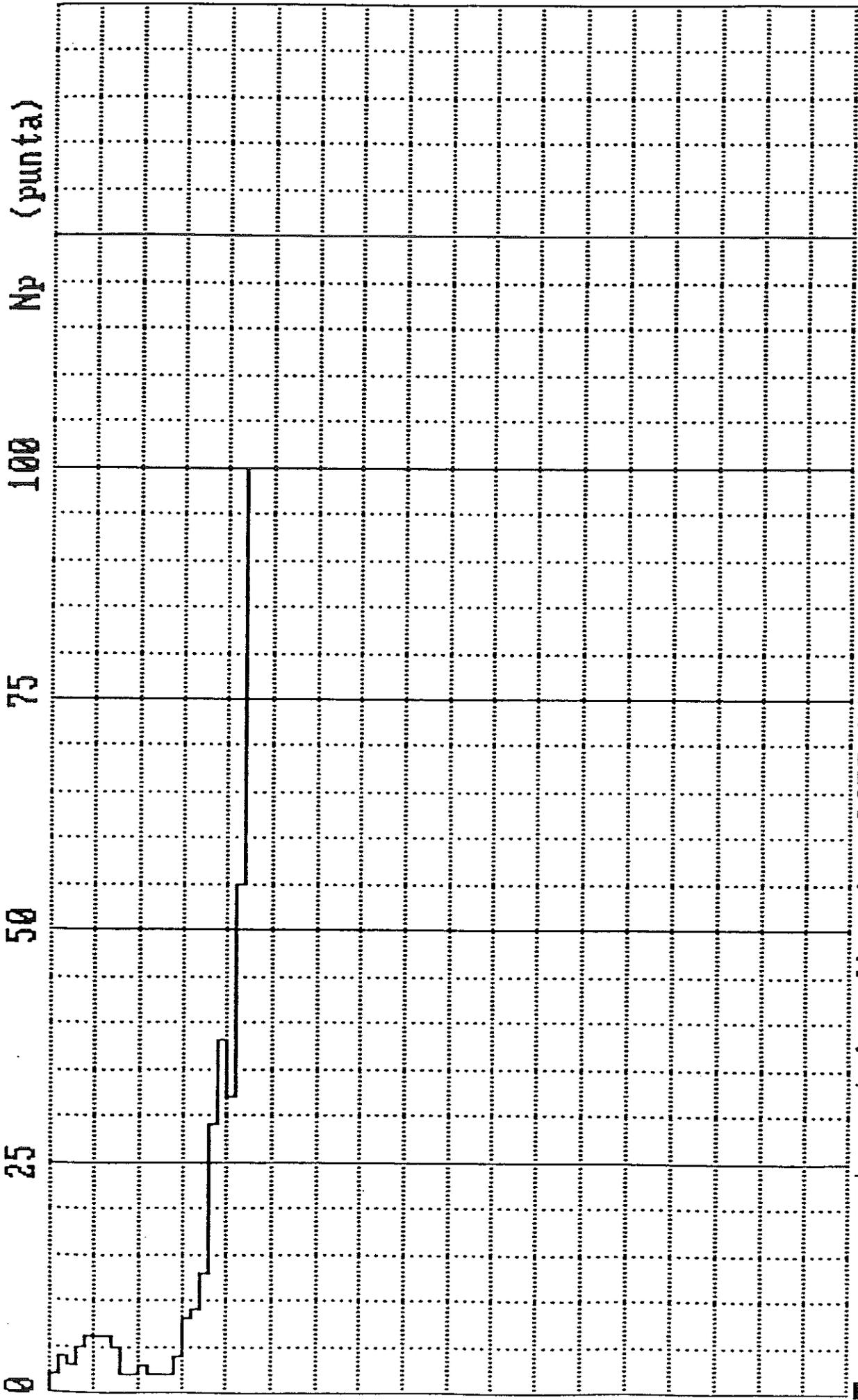


foglio 1

Rif. Bisi

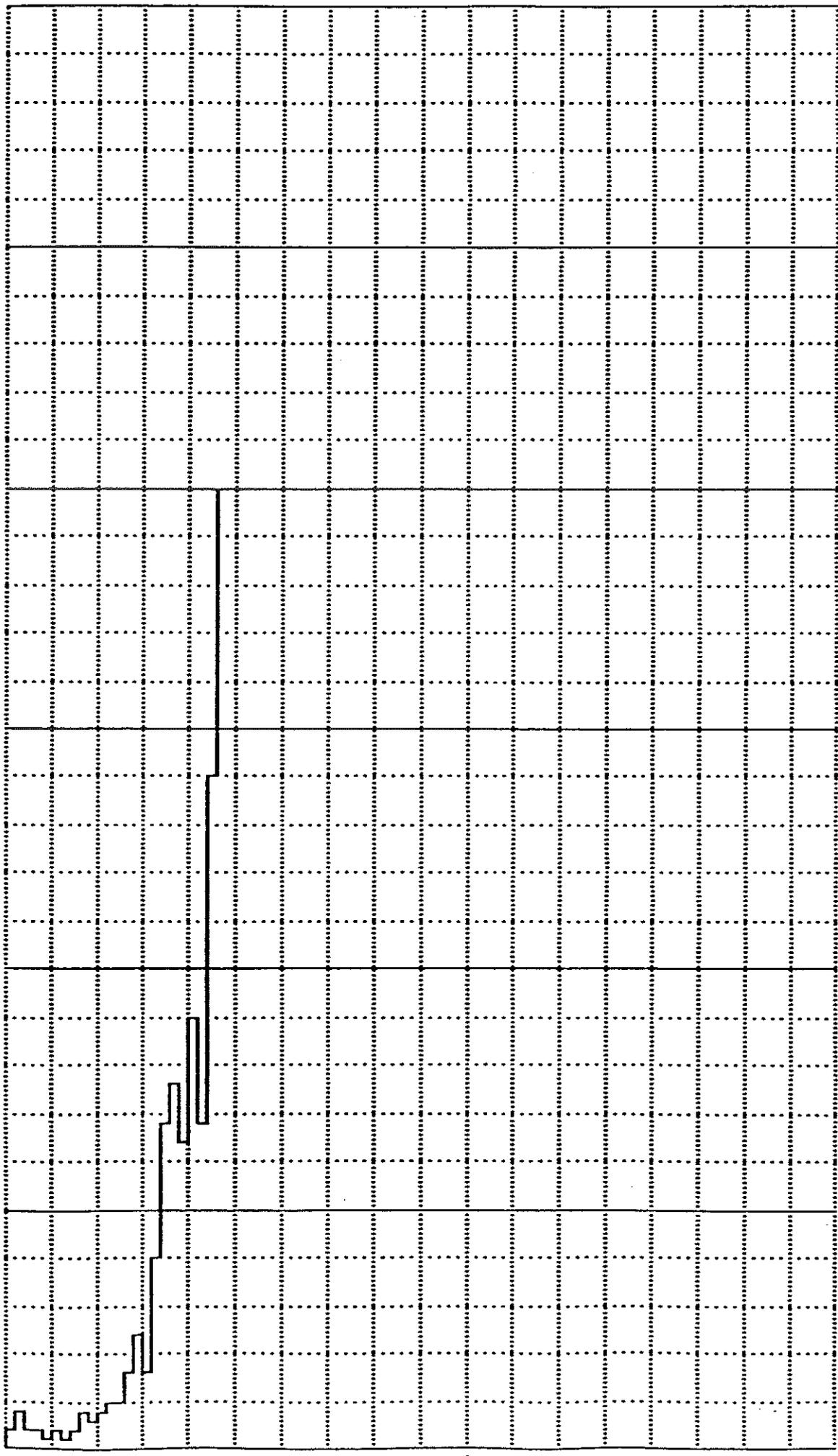
prova penetrometrica dinamica SCPT Ø3



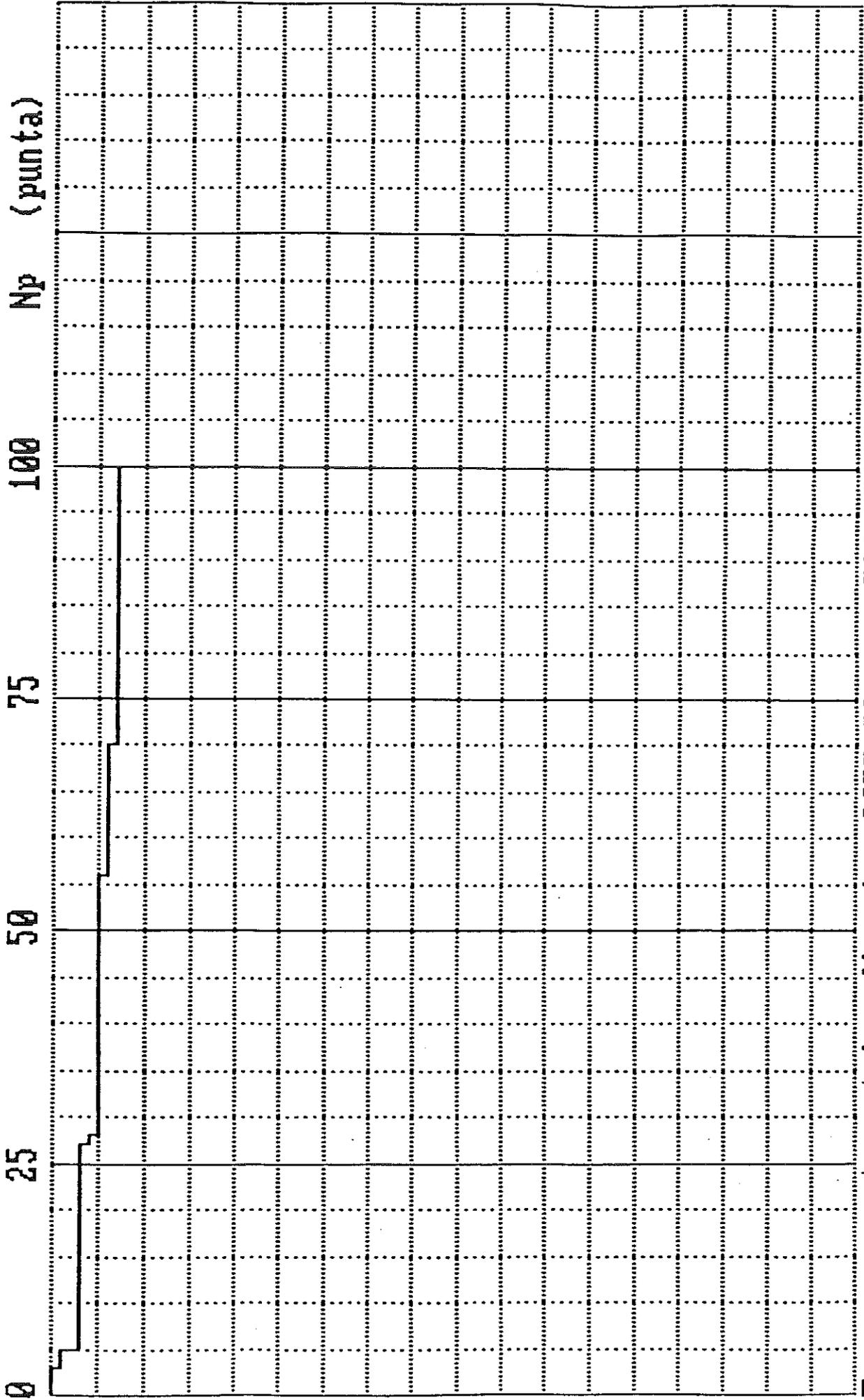


prova penetrometrica dinamica SCPT 04 Rif. Bisi foglio 1

0 25 50 75 100 Np (punta)

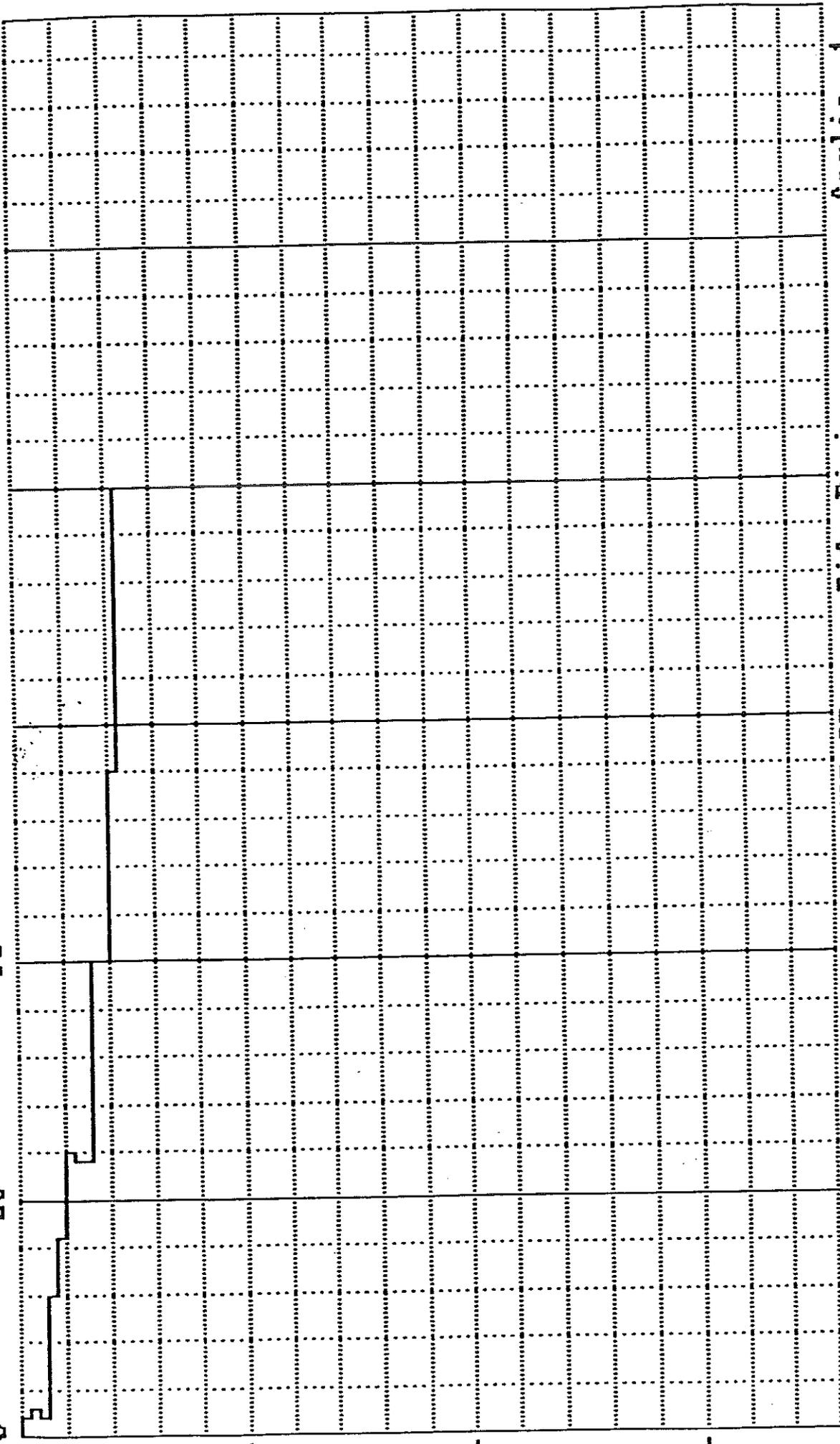


prova penetrometrica dinamica SCPT 05 Rif. Bisi foglio 1



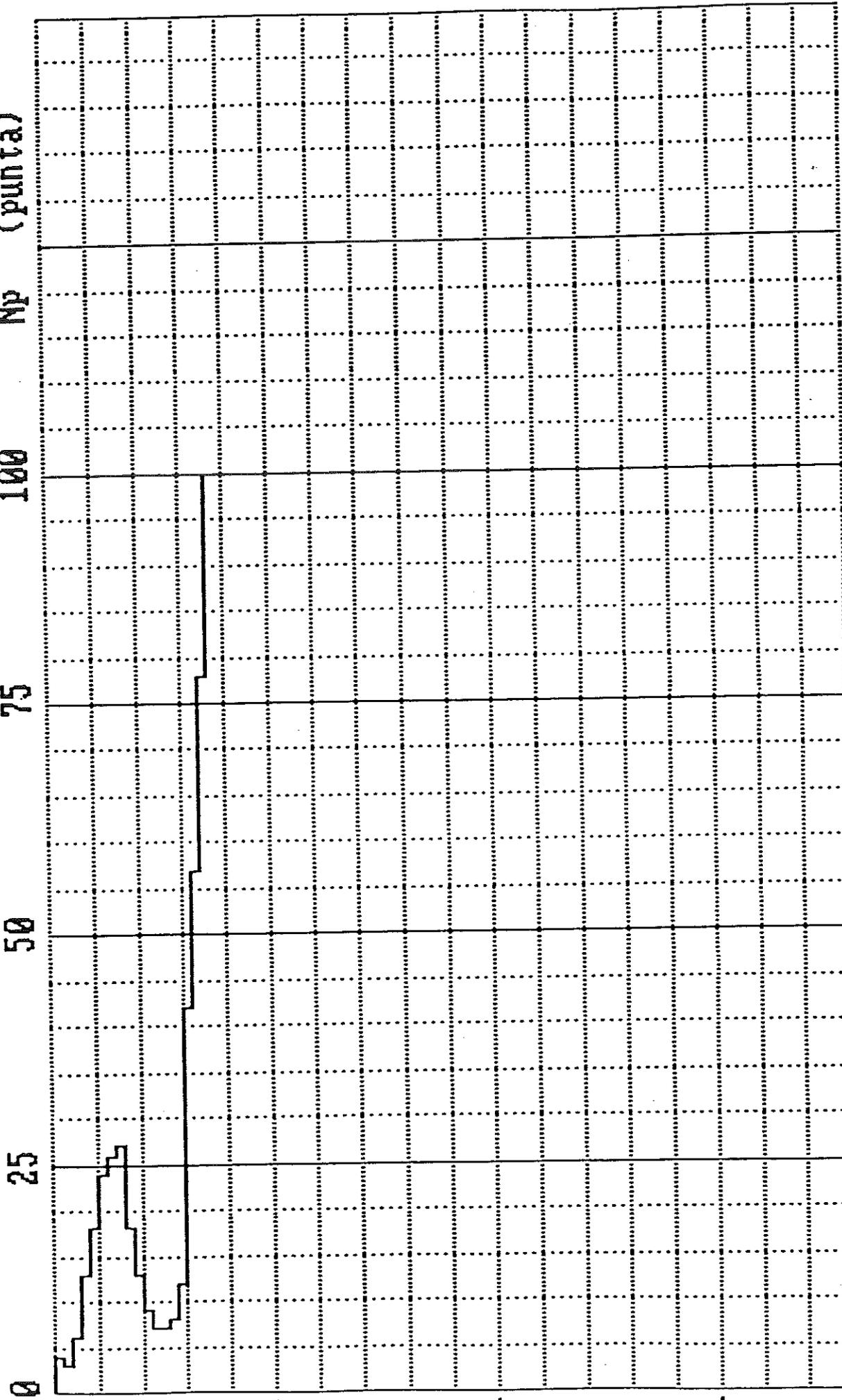
prova penetrometrica dinamica SPT Ø6 Rif. Bisi foglio 1

0 25 50 75 100 Np (punta)



M

0 25 50 75 100 Np (punta)



M

fooglio 1

Rif. Bisi

prova penetrometrica dinamica SCPT 08

0 (punta)

100

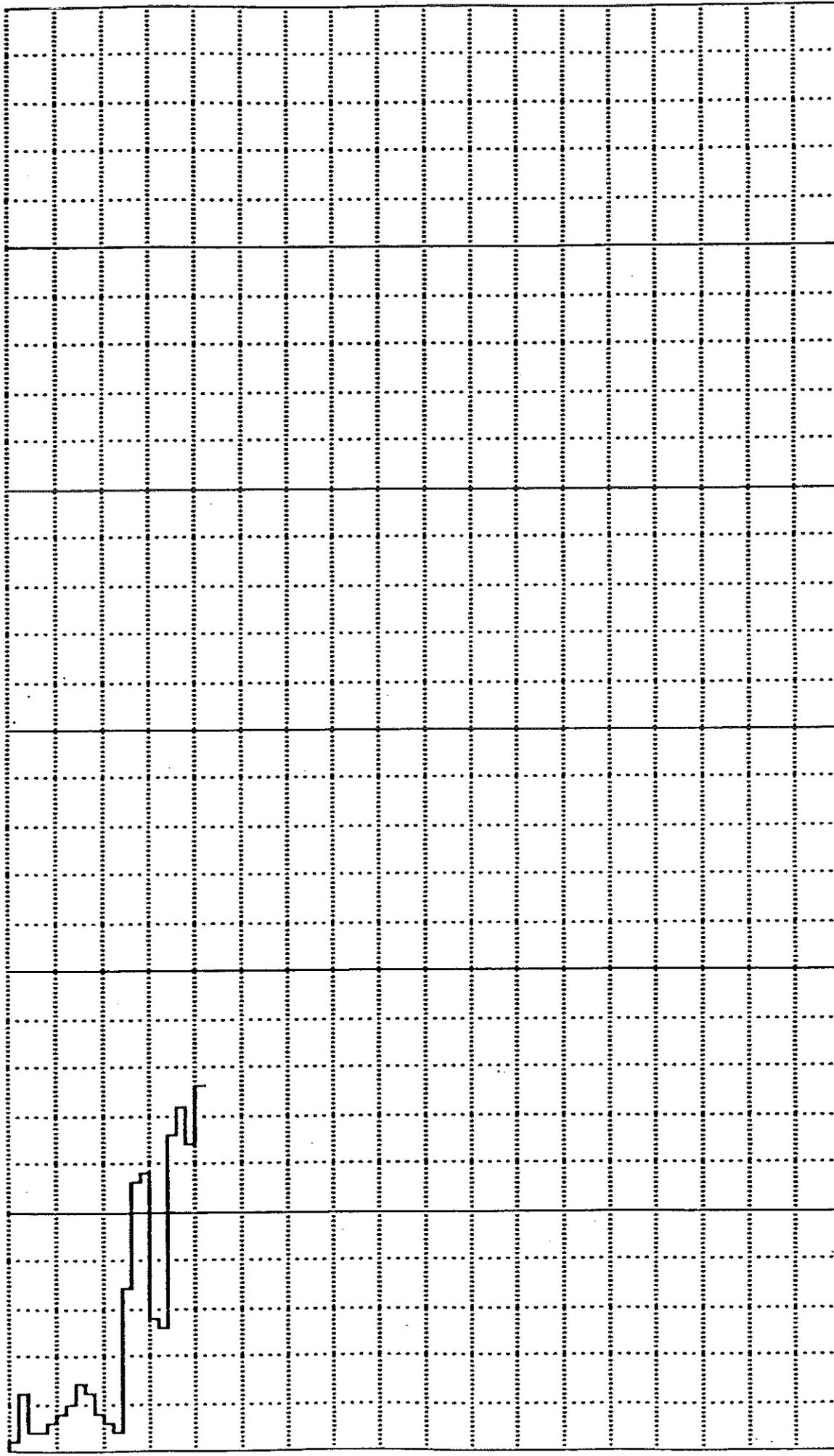
75

50

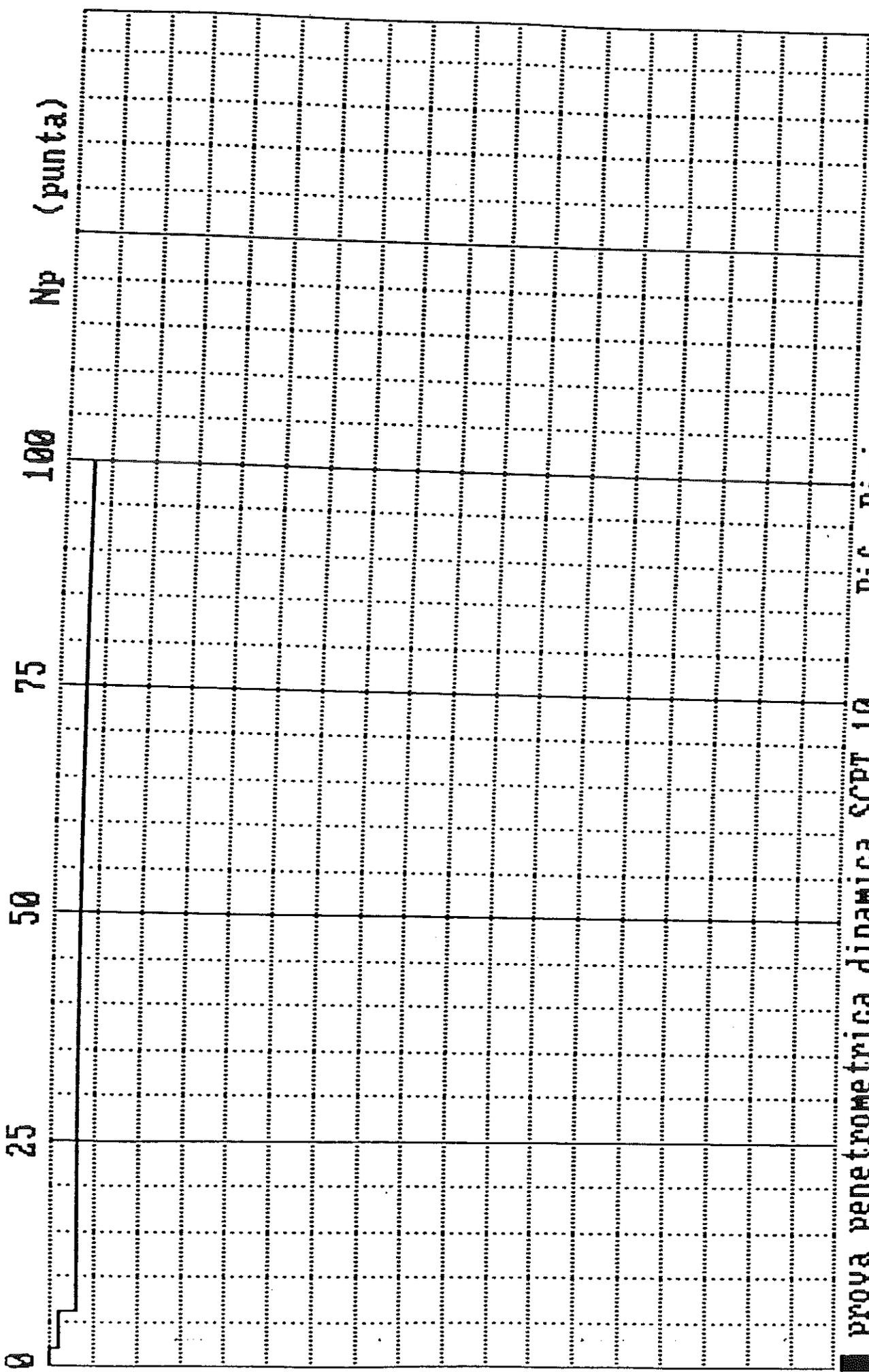
25

0

M



prova penetrometrica dinamica SCPT 09 Rif. Bisi foglio 1

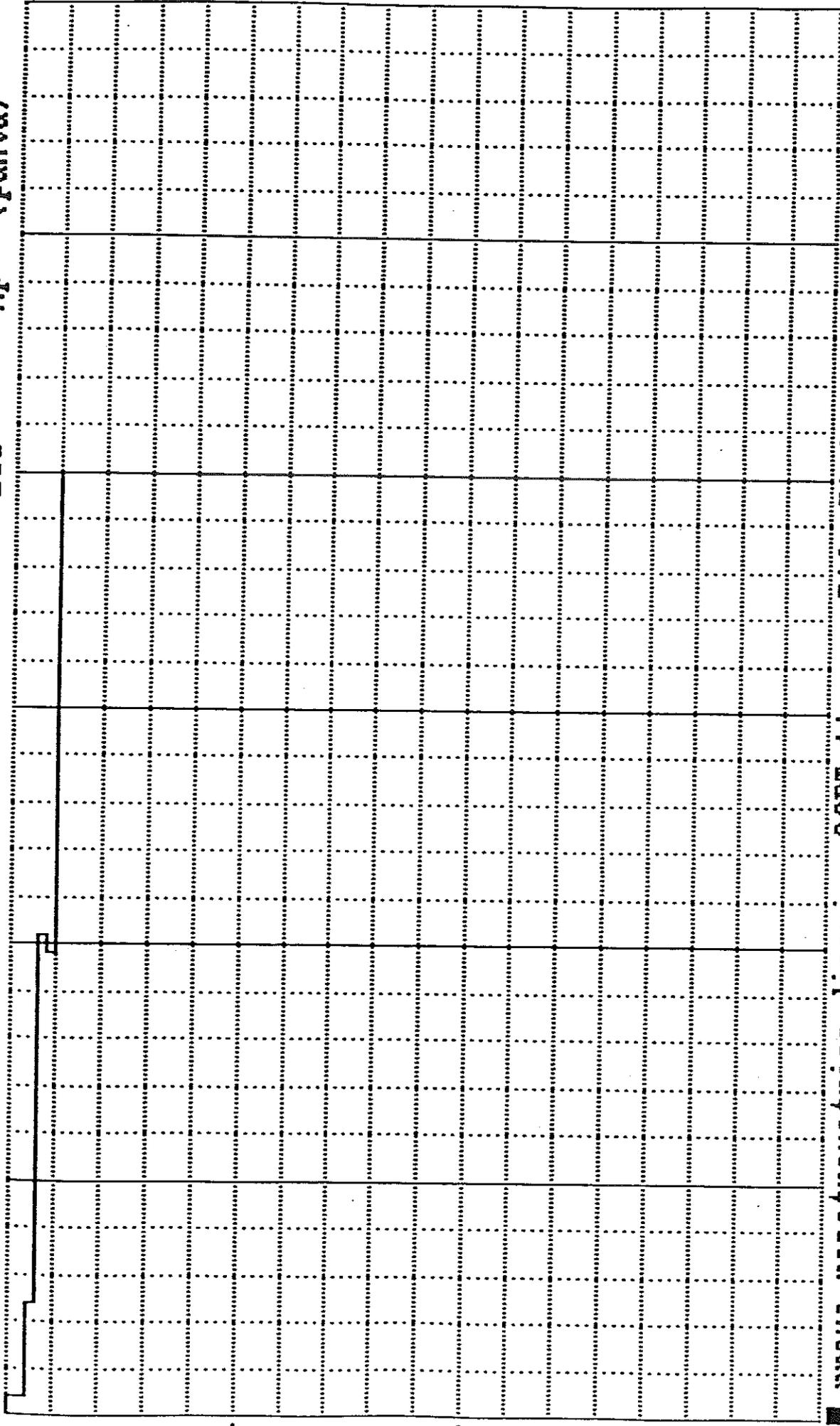


prova penetrometrica dinamica SCPT 10

Rif. Bisi

foglio 1

0 25 50 75 100 Np (punta)



prova penetrometrica dinamica SCPT 11

Rif. Bisi foglio 1

Dott. Geol. ANTONIO MUCCHI - LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA - Tel. 0532 / 975560

CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO PALATA

PROGETTO PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE

DELLA RETE PRIMARIA DI UN SISTEMA IRRIGUO

IN PRESSIONE IN COMUNE DI SAN CESARIO

SUL PANARO (MODENA)

ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Ferrara, 20.10.94

Rif. Geotecnica 94 n.343



FERRARA, 20.10.94

Spett.le Consorzio della Bonifica Palara
Via Amendola, 12 - 40121

BOLOGNA

e p.c. Dott. Gasparini Giorgio
Via S. Maetino, 4 BASTIGLIA - MO -

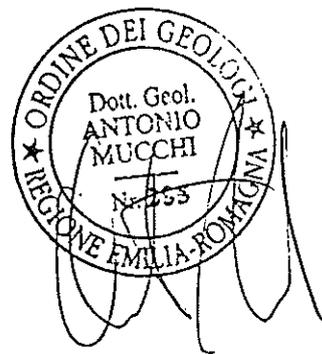
OGGETTO: Analisi geotecniche di laboratorio relative al "Progetto preliminare per la realizzazione della rete primaria di un sistema irriguo in pressione in Comune di San Cesario sul Panaro (MO) "

Con la presente si trasmette in allegato copia dei risultati delle analisi geotecniche di laboratorio di cui all'oggetto.

Copia degli allegati vengono consegnate anche al Direttore dei Lavori Dott. Gasparini Giorgio.

Certi di avere rispettato le condizioni del capitolato di appalto, in attesa di rilascio del certificato di accettabilità da parte della D.L. per l'emissione di regolare fattura, si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti e si porgono i più cordiali saluti.

Dott. Geol. ANTONIO MUCCHI



ELENCO DELLE ANALISI GEOTECNICHE ESEGUITE

- ANALISI GRANULOMETRICHE
- LIMITI DI CONSISTENZA (Atterberg)
- LIMITE DI RITIRO, DI VOLUME e RITIRO LINEARE
- DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO
- PROVE DI COMPATTAZIONE PROCTOR MODIFICATA
- PROVE DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
- DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
- PROVE DI TAGLIO CONSOLIDATE DRENATE C.D.
- PROVE DI TAGLIO CONSOLIDATE NON DRENATE C.U.
- PROVE DI TAGLIO NON CONSOLIDATE NON DRENATE U.U.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM , CNR-UNI , Raccomandazioni AGI

ANALISI GRANULOMETRICHE

- **Modalità esecutive**
- **Diagrammi granulometrici**

ANALISI GRANULOMETRICA

L'analisi granulometrica consiste nell'individuare la distribuzione percentuale in peso dei grani, costituenti la terra in esame, secondo le loro dimensioni. In laboratorio si ricorre generalmente alle due seguenti metodologie di prova :

- la vagliatura meccanica
- l'analisi di sedimentazione o aerometria

La prima viene riservata alle terre con grana di dimensioni superiori a 0.075 mm.; la seconda viene invece utilizzata per le frazioni minori di 0.075 mm (materiale passante al setaccio UNI 0.075 o ASTM 200).

I risultati vengono riportati su un diagramma semilogaritmico "% passante - log D" (con D è indicato il lato della maglia del setaccio).

Ciascun punto di tale curva indica perciò la percentuale di passante al setaccio di maglia con lato D.

a) Analisi per vagliatura meccanica

L'analisi granulometrica con vagliatura meccanica è limitata alle sole terre con grana di dimensioni maggiori di 0.075 mm. e può essere eseguita per setacciatura a secco o ad umido

Nella setacciatura a secco il campione dopo essere stato seccato e pesato viene versato all'interno del setaccio superiore di una serie standard con aperture decrescenti dall'alto verso il basso. Sul fondo della pila va disposta una base non forata per la raccolta della frazione fine; l'estremità superiore viene invece chiusa con coperchio per evitare la fuoriuscita del campione. Si procede quindi alla vagliatura vera e propria ricorrendo ad uno scuotitore meccanico .

Questa fase si intende conclusa quando separando i singoli vagli non si rileva una quantità apprezzabile di passante.

La setacciatura per via umida si esegue quando la terra presenta una non trascurabile percentuale limo argillosa, difficile da separare dalla frazione a grana grossa. In questi casi si ricorre ad una analisi granulometrica "umida". Il campione essiccato e pesato viene posto in acqua per facilitare il distacco della particella fini dai grani di dimensioni maggiori. Ottenuta la completa disgregazione dei grumi si setaccia la terra con il vaglio UNI 0.075 (ASTM 200) , favorendo l'operazione con spruzzi d'acqua sino a quando l'acqua di lavaggio non esce chiara e limpida. Il materiale ottenuto viene nuovamente essiccato in forno, pesato ed infine sottoposto ad una analisi granulometrica secca .

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- serie di setacci
- bilancia sensibilità 0.1 g.

Dott. Geol. ANTONIO MUCCHI

Via Bologna, 501 - 41100 FERRARA Tel. e Fax 0432 / 975160

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata

Prot. 1994: N° 223

CANTIERE : Cava Fondo Misley

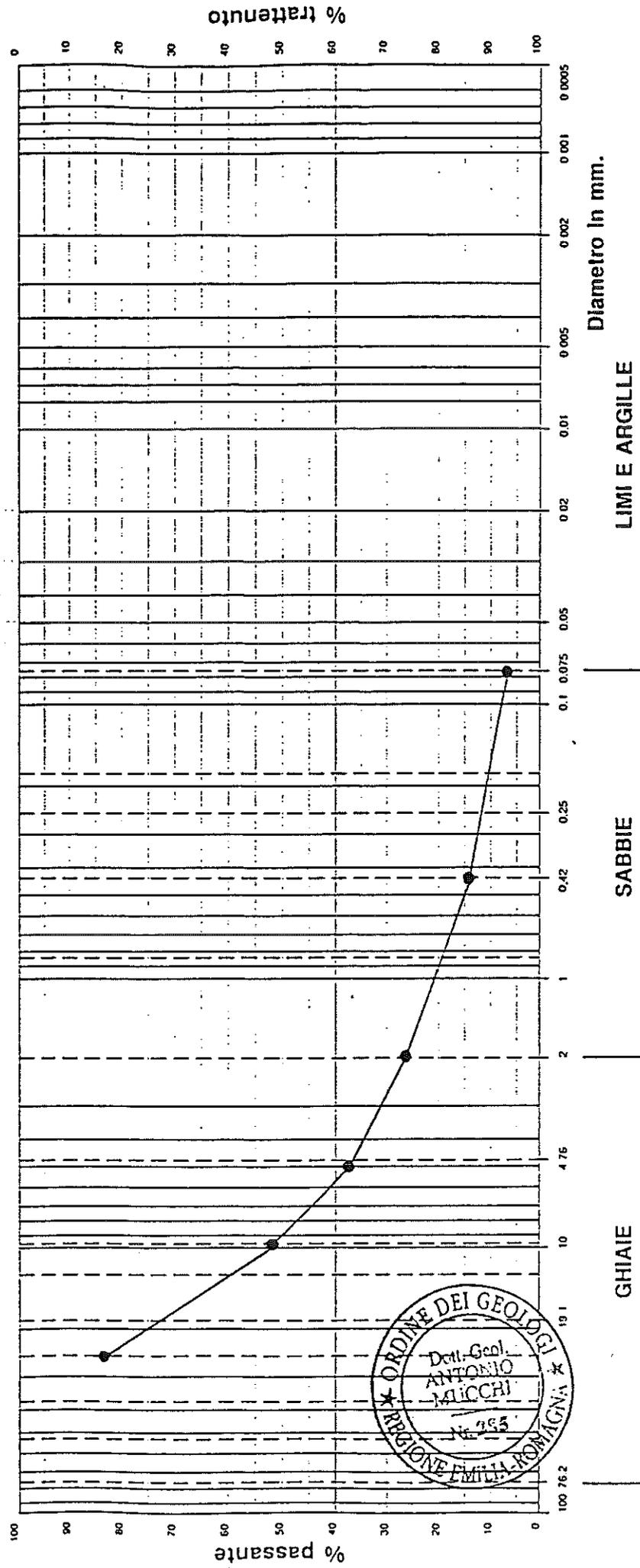
DATA : 9.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006: Gruppo A1a

CAMP. N°: 1 m.3

LIMITE LIQUIDO 19.3 %

LIMITE PLASTICO N.P.



Dott. Ing. ANTONIO MUCCHI

Via Bobadilla, 401 - 41013 TERRARA (Pr) - Tel. e Fax 0512 / 975560

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata

Prot. 1994: N° 224

CANTIERE : Cava Fondo Misyley

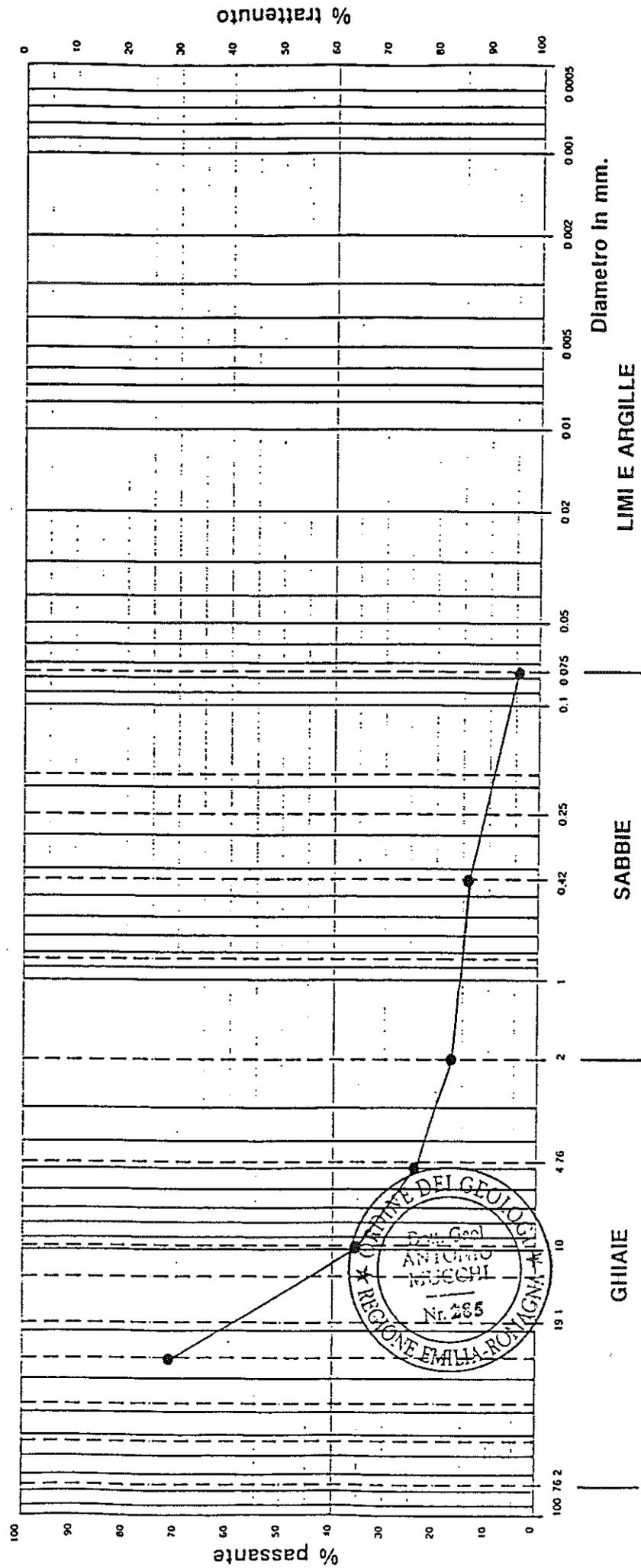
DATA : 9.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006: Gruppo A1a

CAMP. N°: 2 m.6

LIMITE LIQUIDO 22.1 %

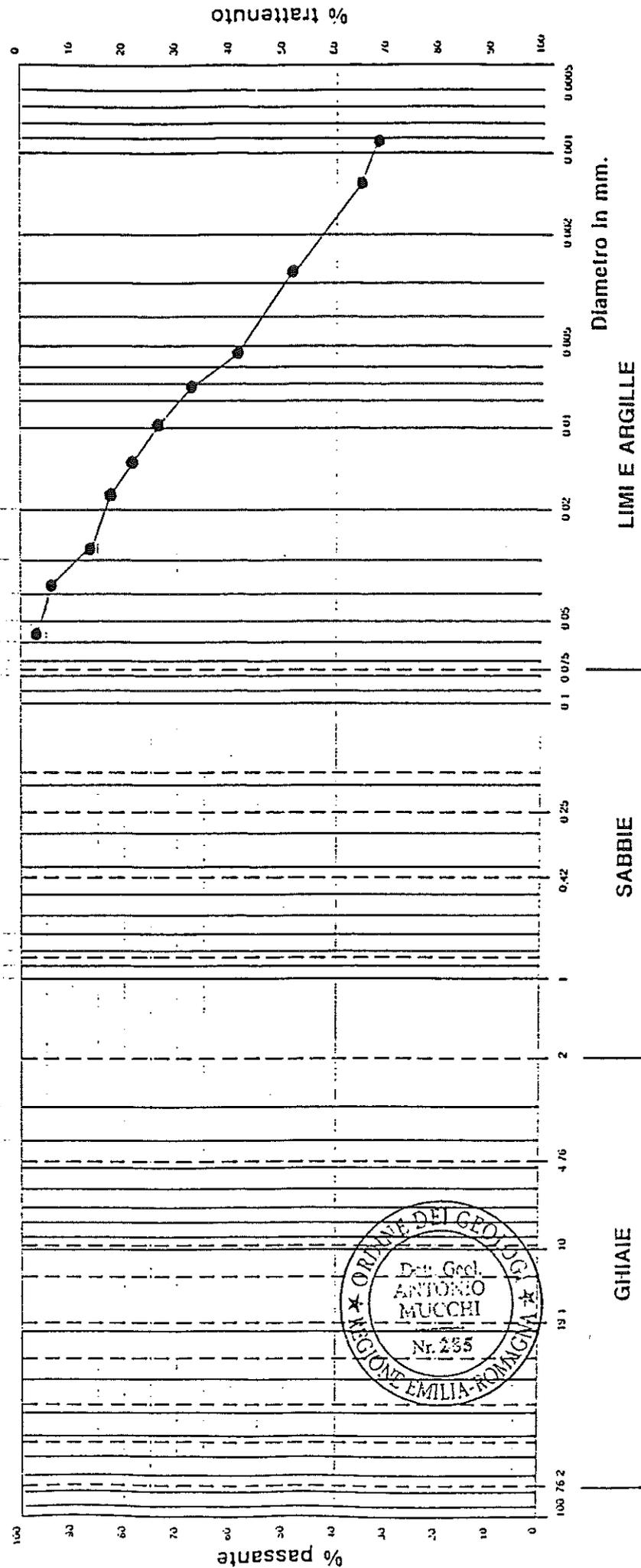
LIMITE PLASTICO N.P.



Filat Geol. ANTONIO MUCCHI
Via Bologna, 501 - 41100 FERRARA Tel e Fax 0532 / 975560
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 194
CANTIERE : Cava C. Serravalle DATA : 4.8.94
CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A6 CAMPIONE N° 1



Inchiesta ANTONIO MUCCHI

Via Bolognese, 501 - 41100 FERRARA Tel. e Fax 0532 / 975560

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

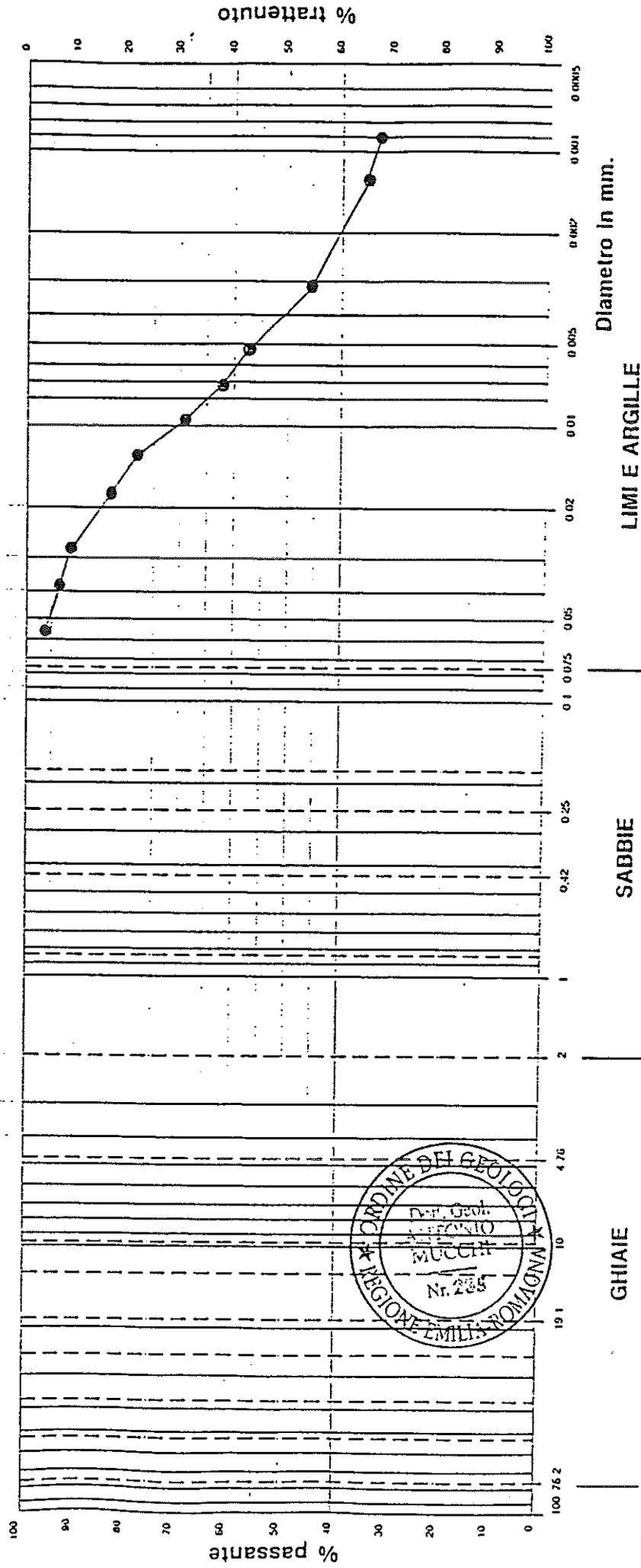
PROT 1994 : N° 195

CANTIERE : Cava C. Scerravalle

DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A6

CAMPIONE N° 2



Dot. **ANTONIO MUCCII**

Via B. Bagnoli, 501 41100 FERRARA Tel e Fax 0532 / 975560

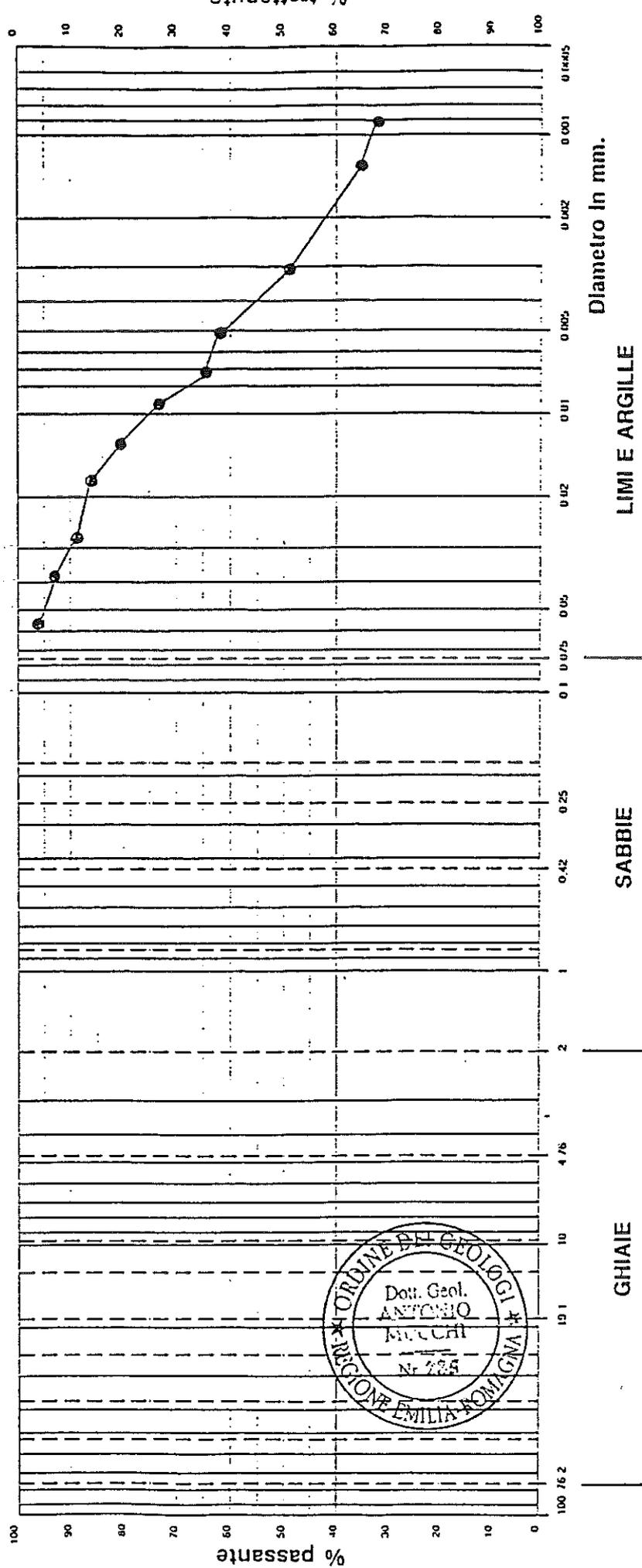
GIOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 196

CANTIERE : Cava C. Scravalle DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A6 CAMPIONE N° 3



Dott. Ing. ANTONIO MUCCHII

Via Bolognese, 401 - 41100 FERRARA Tel. e Fax 0532 / 975460

GEOLGIA TECNICA E AMBIENTALE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

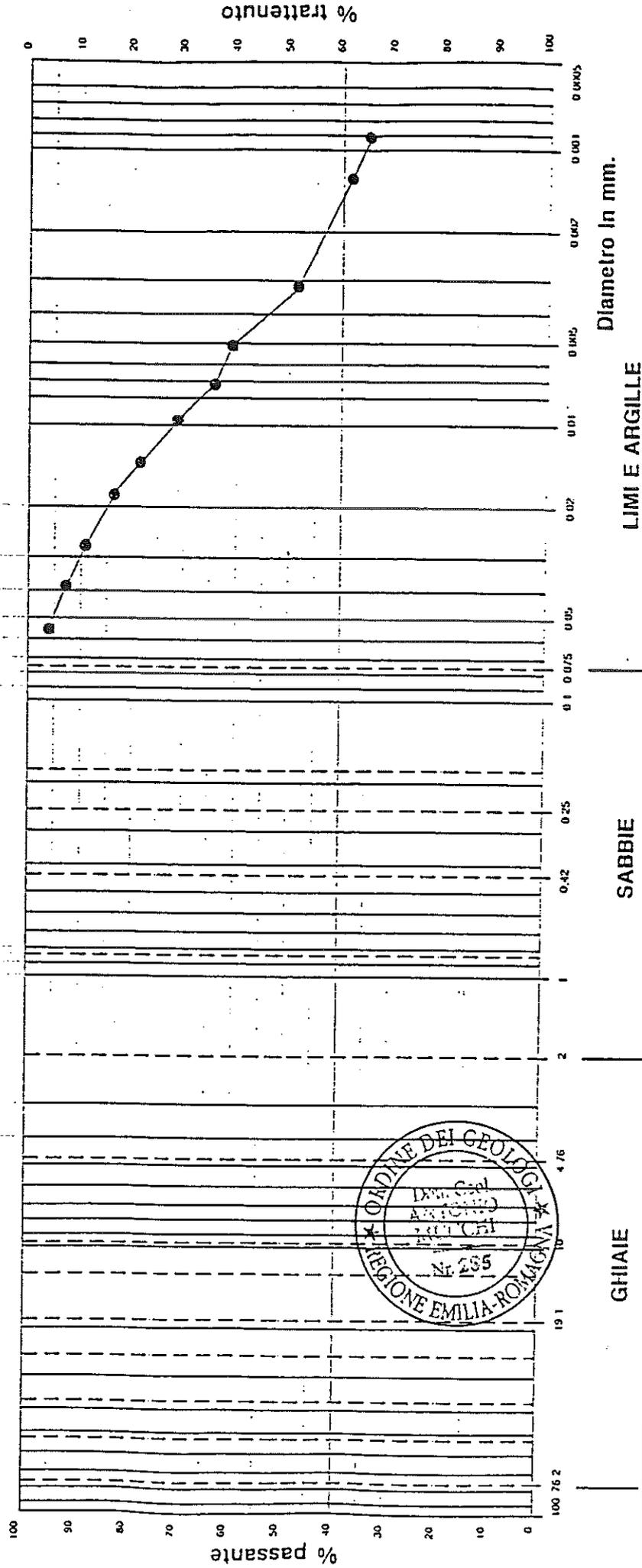
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 197

CANTIERE : Cava C. Serravalle DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A6 CAMPIONE N° 4



Dott. **ANTONIO MUCCHI**

Via Bolognese, 501 - 41100 FERRARA Tel. e Fax 0532 / 974560

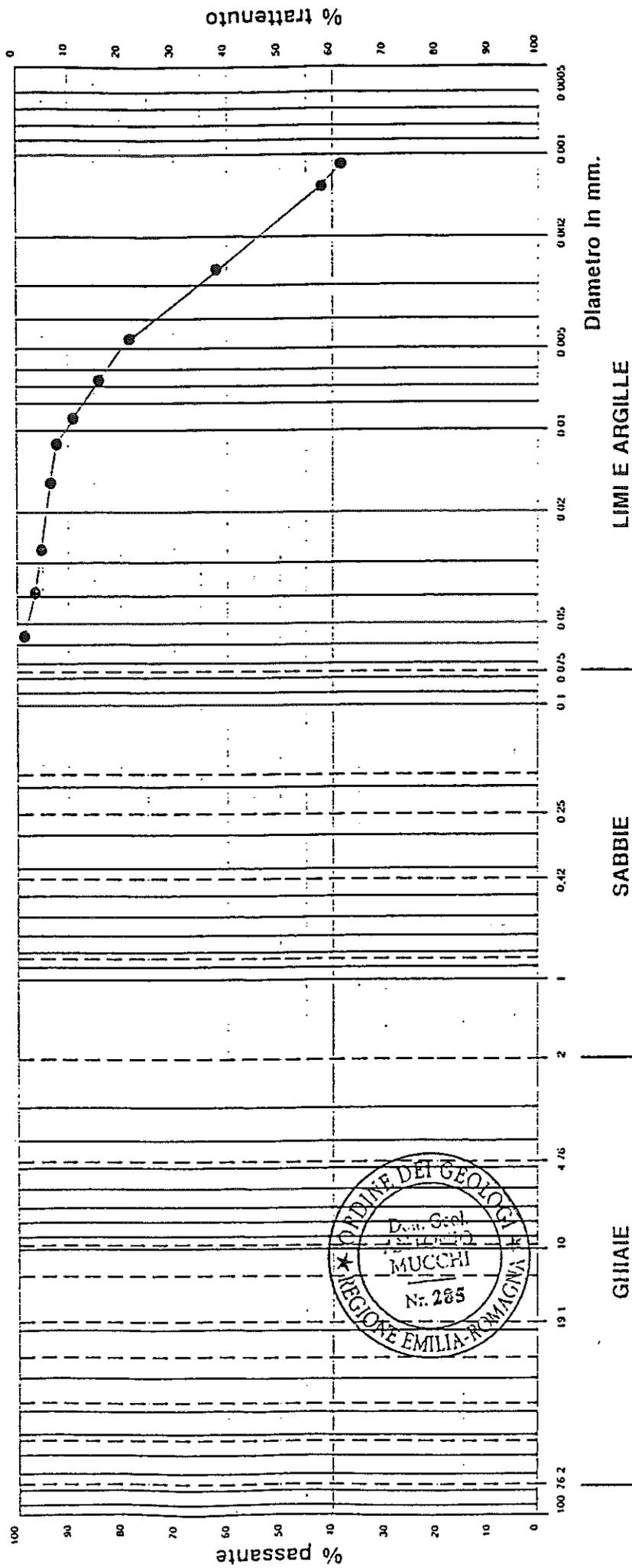
LOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata PROT. 1994 : N° 198

CANTIERE: Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMPIONE N° 5



Dott. Ing. ANTONIO MUCCIII

Via Bolognese, 101 - 41100 FERRARA Tel. e Fax 0532 / 975560

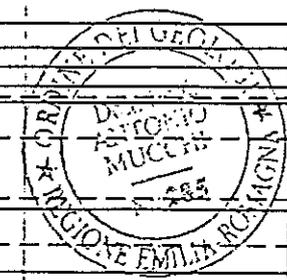
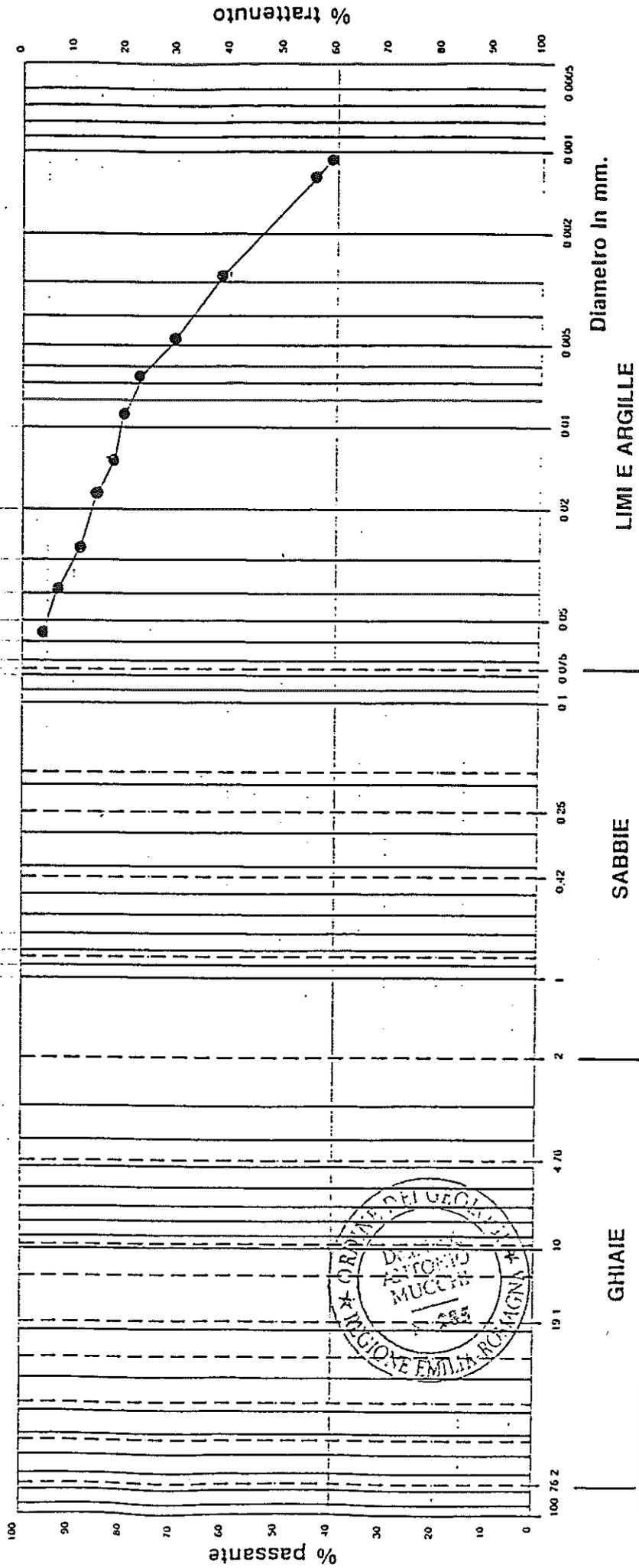
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 199

CANTIERE: Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMPIONE N° 6



Dott. Geol. ANTONIO MUCCHI

Via Bologna, 501 - 41100 FERRARA Tel. e fax 0532 / 975560

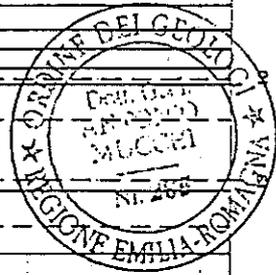
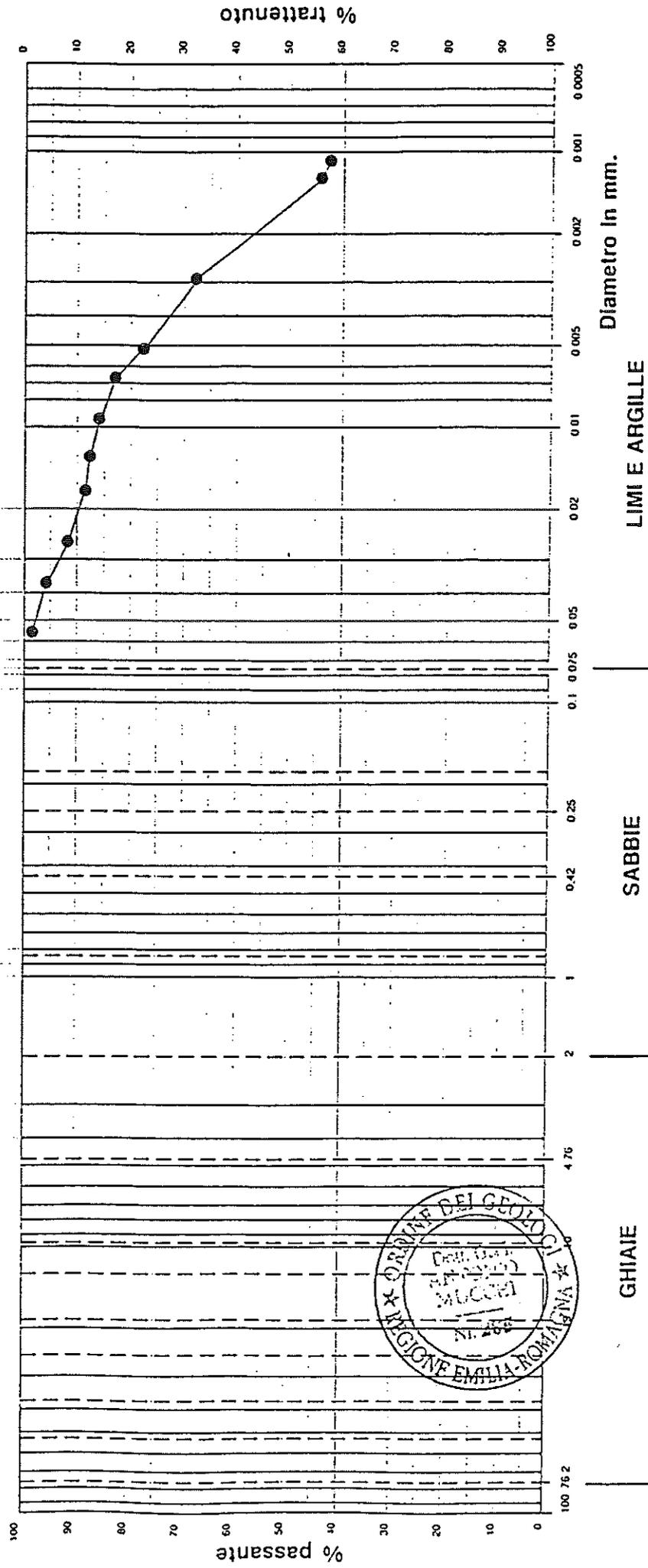
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 200

CANTIERE: Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMPIONE N° 7



Incoll. Geol. ANTONIO MUCCHII

Via. Beld.ghia, 501 - 41100 LERRARA Tel e Fax 0532 / 975560

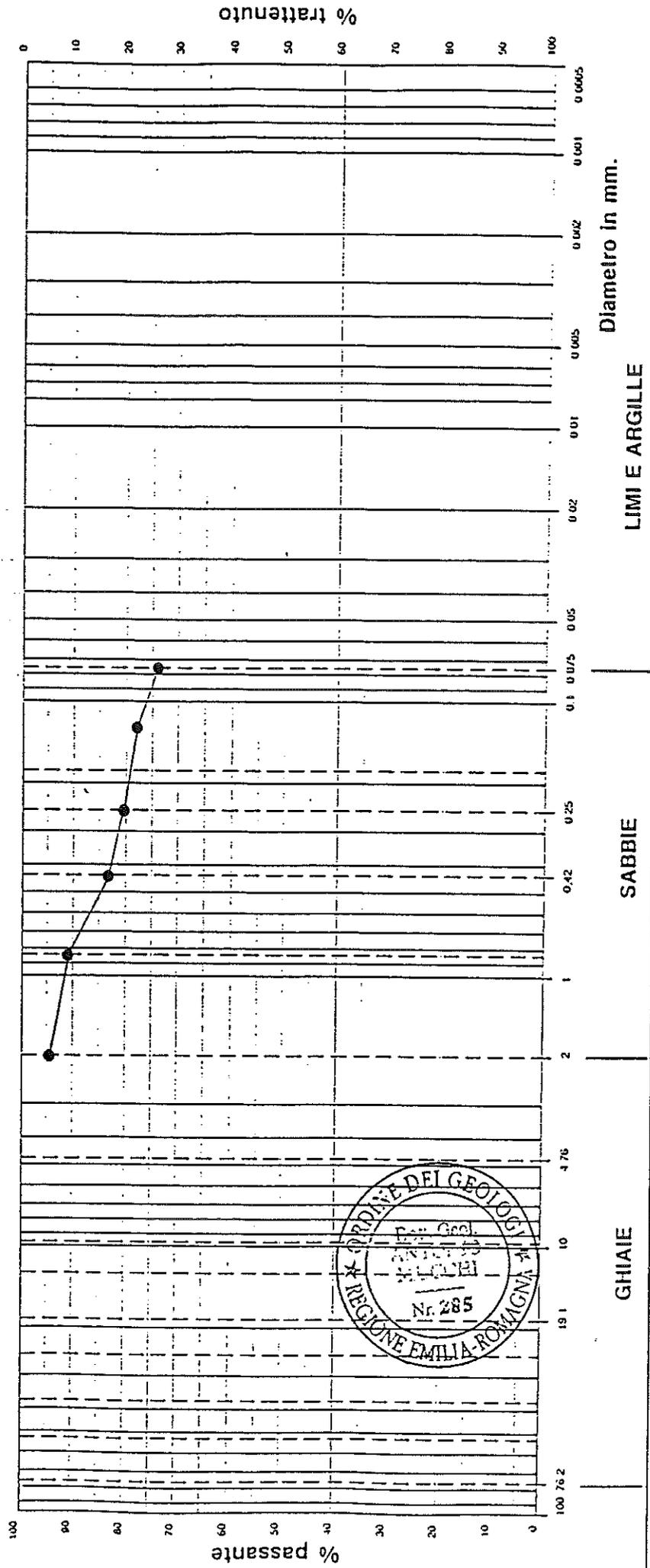
GEOLGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEODNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 201

CANTIERE : Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMP. N° 5 bis



Dott. Geol. ANTONIO MUCCII

Via Bolognese, 501 - 41100 FERRARA Tel e Fax 0532 / 975560

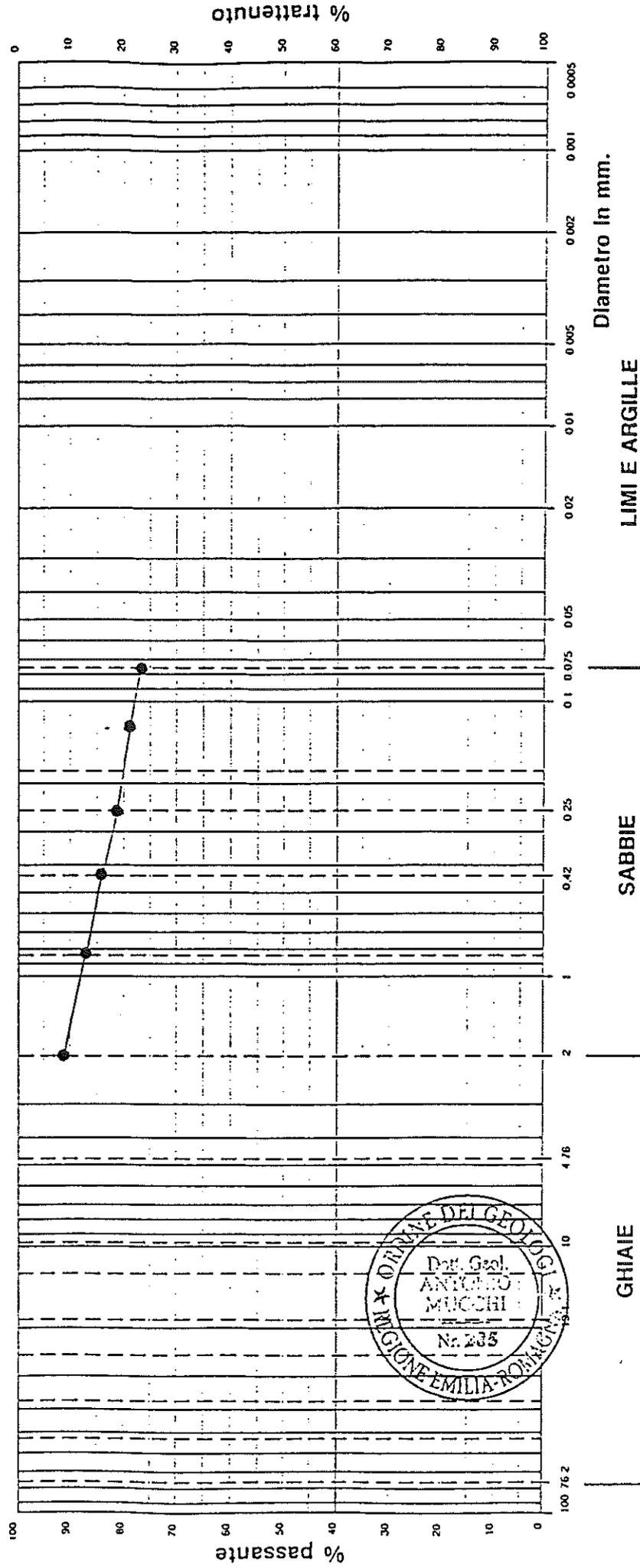
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 202

CANTIERE: Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMP. N° 6 bis



Dott. Carlo ANTONIO MUCCIII

Via Bologna, 501 41100 FERRARA Tel e Fax 0532 / 975560

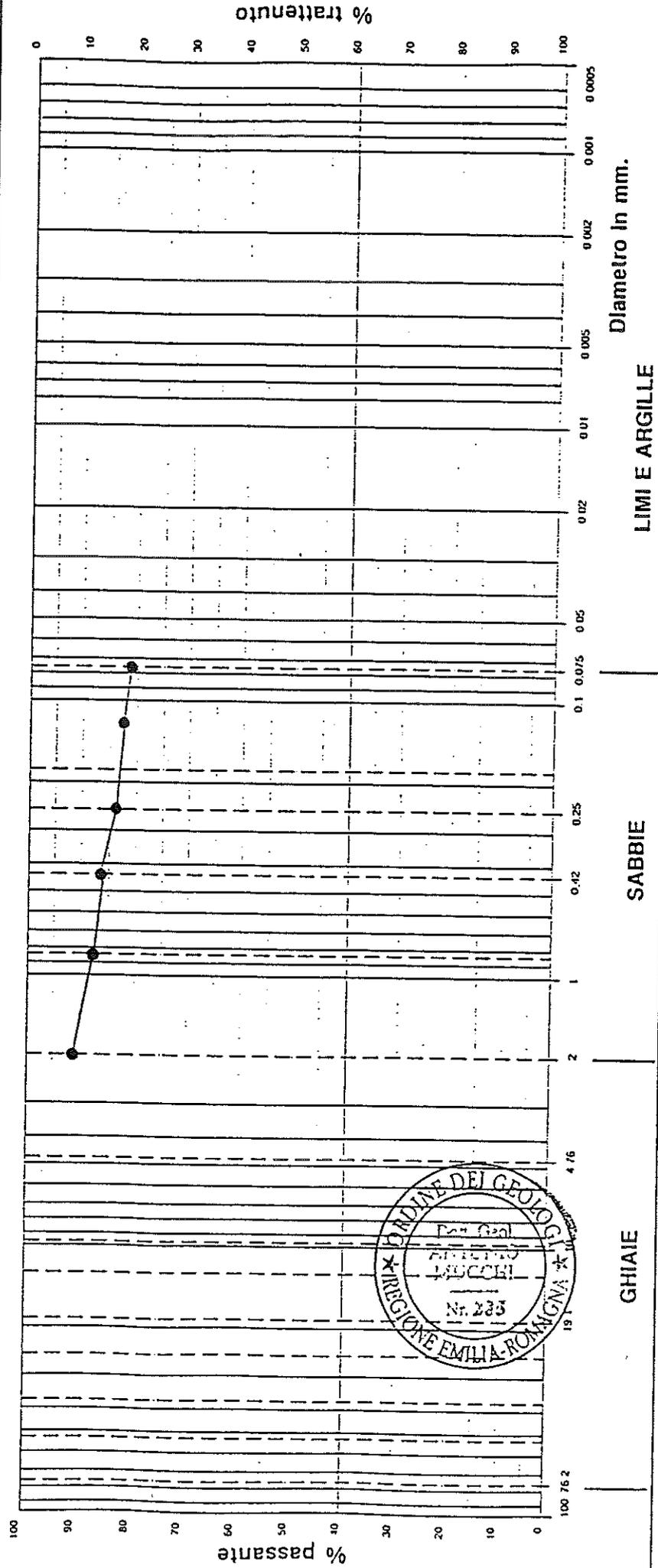
LOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : Consorzio Bonifica Reno Palata PROT 1994 : N° 203

CANTIERE : Cava C. Roncobotto di Zocca DATA : 4.8.94

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI 10006 : Gruppo A7-6 CAMP. N° 7 bis



LIMITI DI CONSISTENZA (Atterberg)

- Modalità esecutive
- Allegati dei risultati ottenuti

LIMITI DI ATTERBERG

I limiti di Atterberg sono dei particolari valori del contenuto d'acqua che caratterizzano convenzionalmente i passaggi di una terra coesiva dallo stato liquido a quello plastico (limite di liquidità), dallo stato plastico a quello semisolido (limite di plasticità) ed infine dallo stato semisolido a quello solido (limite di ritiro).

a) Limite di liquidità

Il limite di liquidità è quel particolare valore del contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato liquido (consistenza nulla, impossibilità di modellare la terra) a quello plastico (possibilità di modellare la terra senza che si formino crepe superficiali).

La prova consiste nell'omogeneizzare ad un certo livello di umidità il provino: lo si dispone quindi sul cucchiaio d'ottone dell'apparecchio di Casagrande, avendo cura di eliminare le eventuali bolle createsi all'interno dell'impasto. La superficie esterna viene adeguatamente livellata con una lama, in maniera da ottenere uno spessore non maggiore di 10 mm.

Con un apposito utensile standardizzato si crea un solco diametrale; il cucchiaio viene quindi fatto cadere ripetutamente da un'altezza di 1 cm e con una frequenza di 2 colpi/secondo. Si registra il numero di colpi necessario affinché il solco si chiuda diametralmente per una lunghezza di 13 mm., si procede alla determinazione dell'umidità della terra contenuta nel cucchiaio di prova. Con il rimanente materiale vengono ripetute almeno altre 2 determinazioni analoghe, aumentando via via il contenuto d'acqua nel campione di prova. I risultati delle 3 o più determinazioni vengono riportati in un diagramma semilogaritmico ($w - \log n$ colpi) ed uniti con una retta di interpolazione: l'umidità pari al limite di liquidità è quella corrispondente a 25 colpi. Il risultato viene espresso in percentuale ed arrotondato all'unità.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- un setaccio UNI 0.425 o ASTM 40
- un apparecchio di Casagrande completo (basamento, cucchiaio, utensile per la creazione del solco diametrale)
- una spatola per l'omogeneizzazione del provino
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua

b) Limite di plasticità

Il limite di plasticità è quel particolare valore di contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato plastico a quello semisolido (consistenza elevata: impossibilità di modellare la terra senza che si formino evidenti fessurazioni, tendenza allo sbriciolamento).

Con una piccola quantità di terra si forma una pallina, che viene posta sul piano di prova è fatta rotolare su e giù, comprimendola leggermente con le dita della mano. Si va così formando un cilindretto, che risulta essere nella condizione critica, caratteristica del limite di plasticità, quando, ridotto al diametro di 3 mm si rompe in frammenti di 5-10 mm.

L'umidità corrispondente alla situazione descritta viene definita come "limite di plasticità" della terra in esame.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- setaccio UNI 0,425 o ASTM 40
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua
- una spatola
- un piano di marmo levigato o di vetro smerigliato

c) Limite di ritiro

il limite di ritiro è quel particolare valore del contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato semisolido a quello solido (elevata compattezza; ad una ulteriore diminuzione d'acqua non corrisponde più alcuna variazione di volume).

La terra in esame viene preparata ad un livello di umidità superiore al proprio limite di liquidità. Ottenuto un impasto omogeneo si riempie la capsula di porcellana con il materiale di prova, curando di far fuoriuscire tutta l'aria venutasi a creare durante il riempimento. La capsula viene livellata sul bordo, pesata e lasciata essiccare dapprima all'aria aperta e successivamente in forno a 105 °C. Dopo averlo lasciato raffreddare, il campione viene pesato e estratto dalla capsula senza danneggiarlo; con l'ausilio del volumometro si procede alla determinazione del suo volume. Il limite di ritiro viene ottenuto con l'espressione seguente:

$$w_s = w - 100 * y_a * ((v - v_s) / p_s)$$

w_s = limite di ritiro

w = contenuto d'acqua iniziale

y_a = peso specifico dell'acqua

v = volume iniziale del provino pari a quello della capsula

vs= volume finale secco pari a quello del provino nella condizione corrispondente al limite di ritiro

ps= peso secco netto del provino

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- un setaccio UNI 0.425 o ASTM 40
- due capsule di porcellana standardizzate, delle quali siano note peso e volume
- un volumetro a mercurio , formato da un cristallizzatore di vetro e da una lastrina piana di vetro
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua
- una spatola a bordo rettilineo

DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

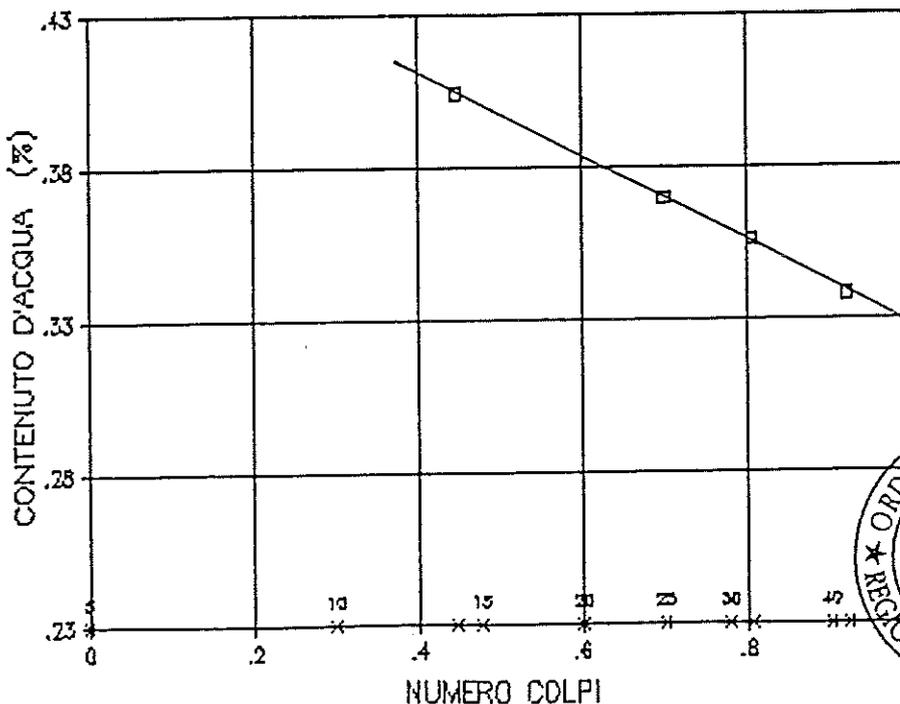
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
 Cantiere: Cava C. SERRAVALLE Certificato N° :186
 Data: 3.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 1 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	42	32	14		
PESO UMIDO + TARA	16.34	10.68	17.35	7.76	63.5
PESO SECCO + TARA	12.83	8.5	13.06	6.87	55.36
ACQUA CONTENUTA	3.51	2.18	4.29	.89	8.14
TARA	2.44	2.38	2.44	2.42	2.41
PESO SECCO	10.39	6.12	10.62	4.45	52.95
CONTENUTO D'ACQUA	33.78%	35.62%	40.40%	20.00%	15.37%

LL = 36.97% Limite Liquido
 LP = 20.00% Limite Plastico
 Wn = 15.37% Umidità Naturale
 IP = 16.97% Indice Plastico
 Ic = 1.27 Indice di Consistenza



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534460359

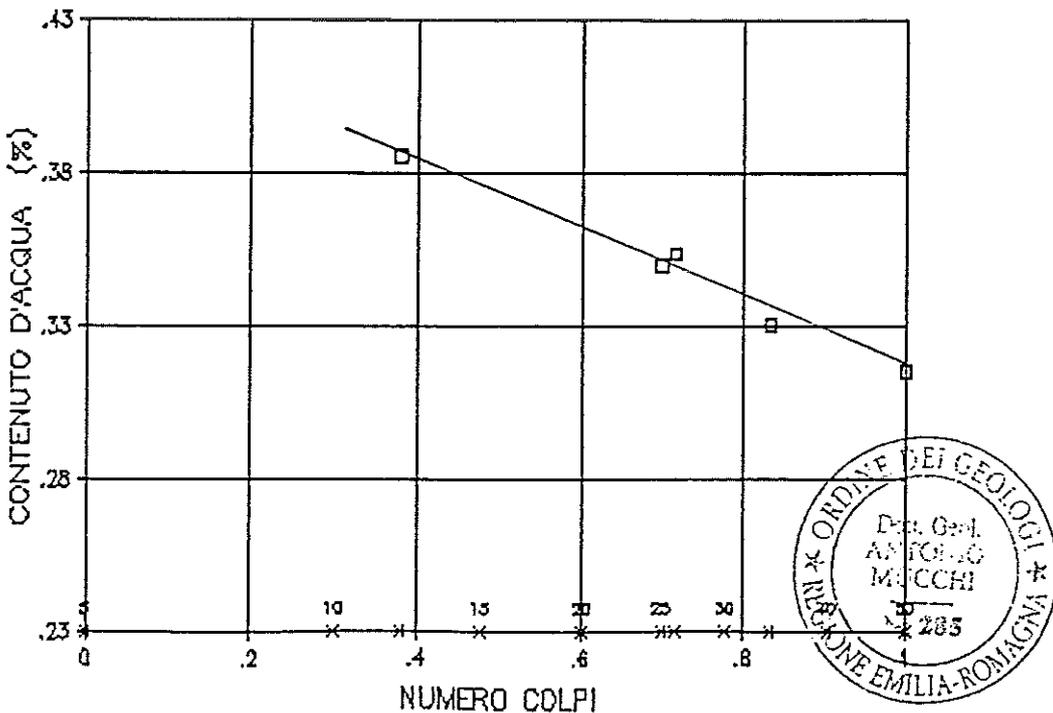
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
 Cantiere: Cava C. SERRAVALLE Certificato N° :187
 Data: 3.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 2 Profond. (m) da - a -

N° CONTENITORE	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	34	26	12		
PESO UMIDO + TARA	17.64	14.24	14.6	7.12	48.51
PESO SECCO + TARA	13.87	11.15	11.21	6.34	43.1
ACQUA CONTENUTA	3.77	3.09	3.39	.78	5.41
TARA	2.46	2.41	2.42	2.41	2.39
PESO SECCO	11.41	8.74	8.79	3.93	40.71
CONTENUTO D'ACQUA	33.04%	35.35%	38.57%	19.85%	13.29%

LL = 35.00% Limite Liquido
 LP = 19.85% Limite Plastico
 Wn = 13.29% Umidità Naturale
 IP = 15.16% Indice Plastico
 Ic = 1.43 Indice di Consistenza



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480359

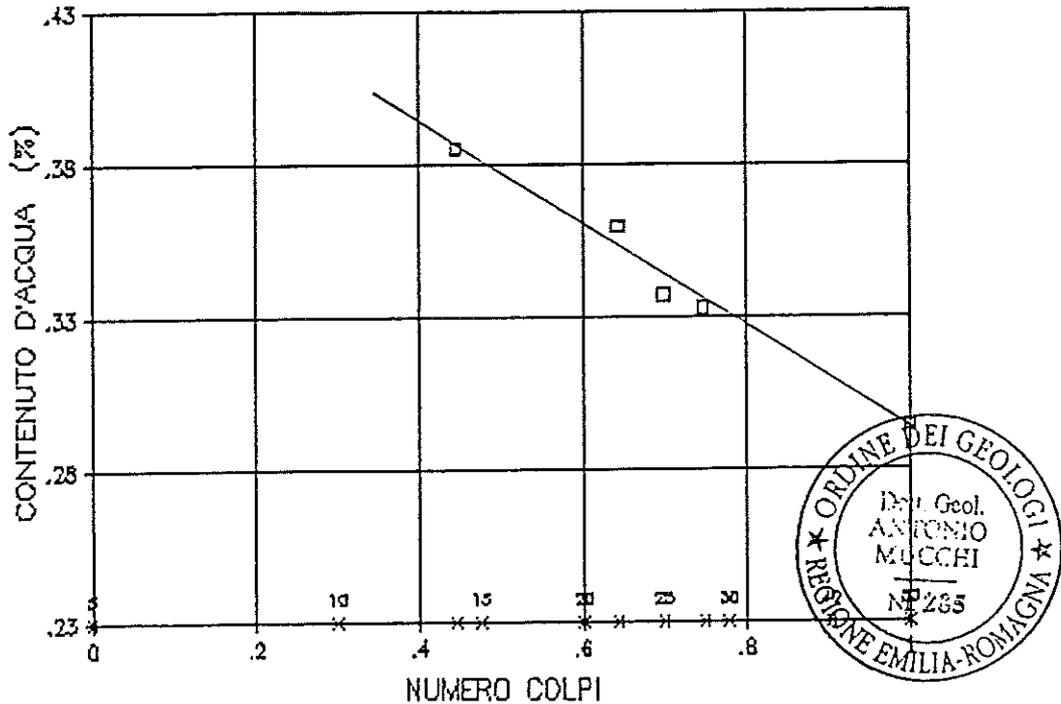
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
 Cantiere: Cava C. SERRAVALLE Certificato N° :188
 Data: 3.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 3 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	28	22	14		
PESO UMIDO + TARA	17.91	14.02	14.51	7.02	52.94
PESO SECCO + TARA	14.035	10.95	11.15	6.25	46.65
ACQUA CONTENUTA	3.875	3.07	3.36	.77	6.29
TARA	2.39	2.41	2.42	2.37	2.37
PESO SECCO	11.645	8.54	8.73	3.88	44.28
CONTENUTO D'ACQUA	33.28%	35.95%	38.49%	19.85%	14.21%

LL = 33.73% Limite Liquido
 LP = 19.85% Limite Plastico
 Wn = 14.21% Umidità Naturale
 IP = 13.88% Indice Plastico
 Ic = 1.41 Indice di Consistenza



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

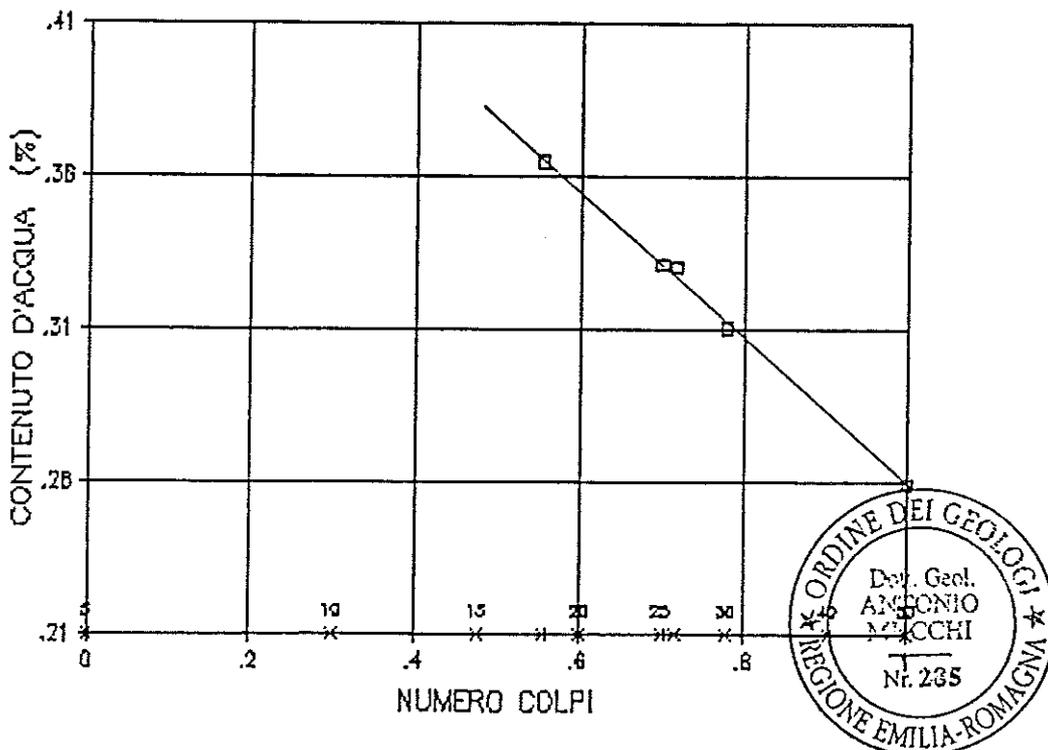
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
Cantiere: Cava C. SERRAVALLE Certificato N° :189
Data: 3.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 4 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	26	30	18		
PESO UMIDO + TARA	17.95	15.38	15.63	6.55	105.49
PESO SECCO + TARA	14.09	12.31	12.1	5.91	93.42
ACQUA CONTENUTA	3.86	3.07	3.53	.64	12.07
TARA	2.4	2.41	2.42	2.41	2.37
PESO SECCO	11.69	9.9	9.68	3.5	91.05
CONTENUTO D'ACQUA	33.02%	31.01%	36.47%	18.29%	13.26%

LL = 33.10% Limite Liquido
LP = 18.29% Limite Plastico
Wn = 13.26% Umidità Naturale
IP = 14.81% Indice Plastico
Ic = 1.34 Indice di Consistenza



ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54604 Z600L - P.IVA 00534480359

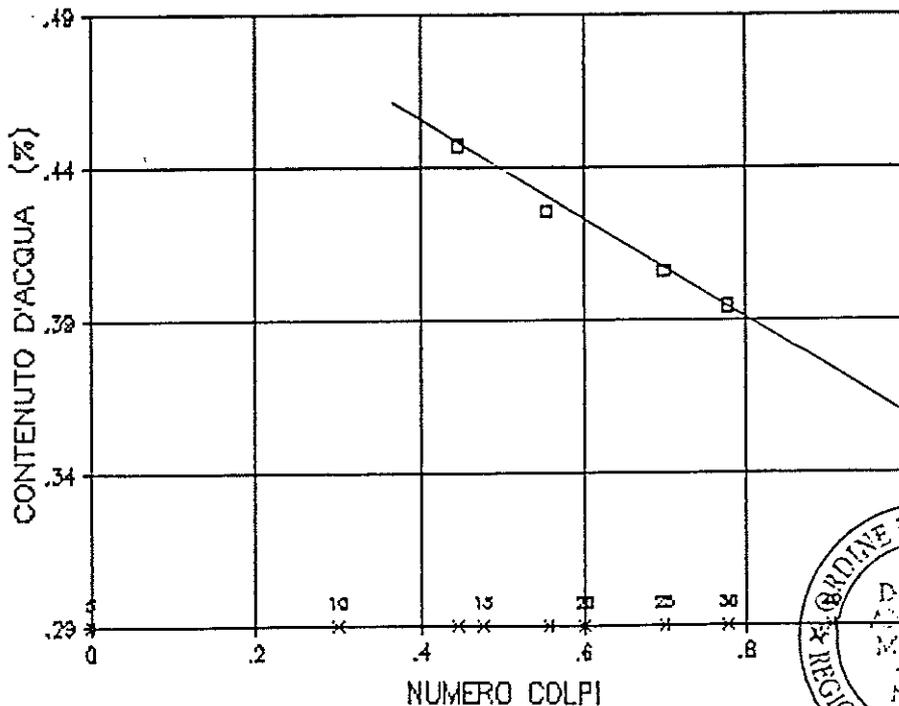
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
Cantiere: Cava RONCOBOTTO ZOCCA Certificato N° :190
Data: 8.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 5 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	30	18	14		
PESO UMIDO + TARA	11.48	11.55	18.22	8.6	145.53
PESO SECCO + TARA	8.92	8.81	13.35	7.48	130.8
ACQUA CONTENUTA	2.56	2.74	4.87	1.12	14.73
TARA	2.43	2.37	2.46	2.39	2.39
PESO SECCO	6.49	6.44	10.89	5.09	128.41
CONTENUTO D'ACQUA	39.45%	42.55%	44.72%	22.00%	11.47%

LL = 40.59% Limite Liquido
LP = 22.00% Limite Plastico
Wn = 11.47% Umidità Naturale
IP = 18.59% Indice Plastico
Ic = 1.57 Indice di Consistenza



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480359

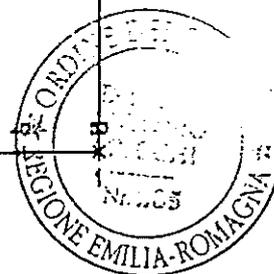
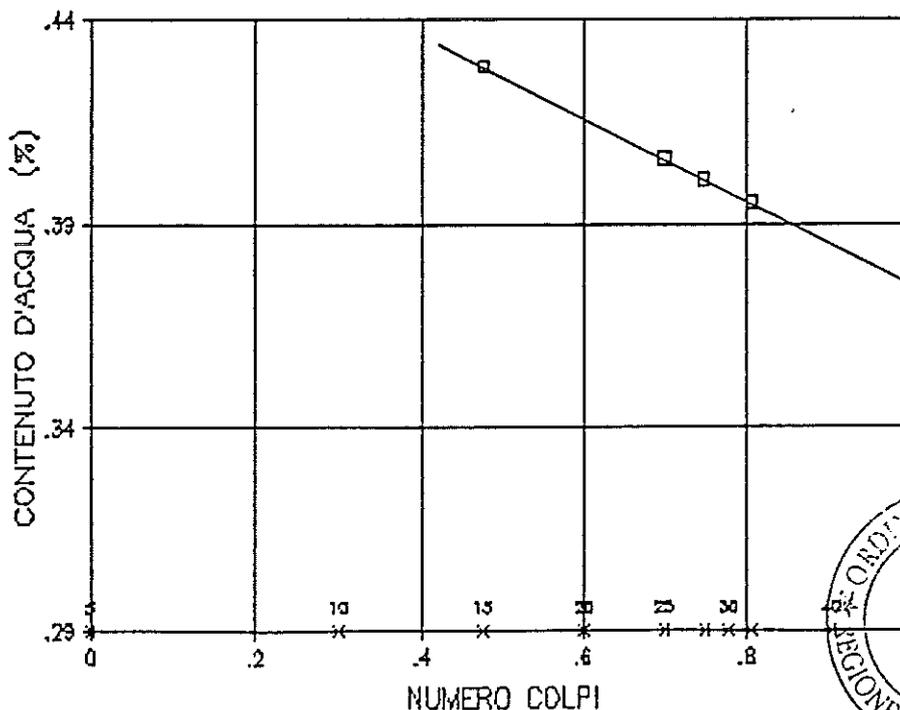
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
 Cantiere: Cava RONCOBOTTO ZOCCA Certificato N° :191
 Data: 8.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 6 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	28	32	15		
PESO UMIDO + TARA	15.1	20.7	19.62	6.48	69.13
PESO SECCO + TARA	11.46	15.51	14.44	5.73	61.4
ACQUA CONTENUTA	3.64	5.19	5.18	.75	7.73
TARA	2.38	2.38	2.35	2.35	2.39
PESO SECCO	9.08	13.13	12.09	3.38	59.01
CONTENUTO D'ACQUA	40.09%	39.53%	42.85%	22.19%	13.10%

LL = 40.60% Limite Liquido
 LP = 22.19% Limite Plastico
 Wn = 13.10% Umidità Naturale
 IP = 18.41% Indice Plastico
 Ic = 1.49 Indice di Consistenza



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 005344E0389

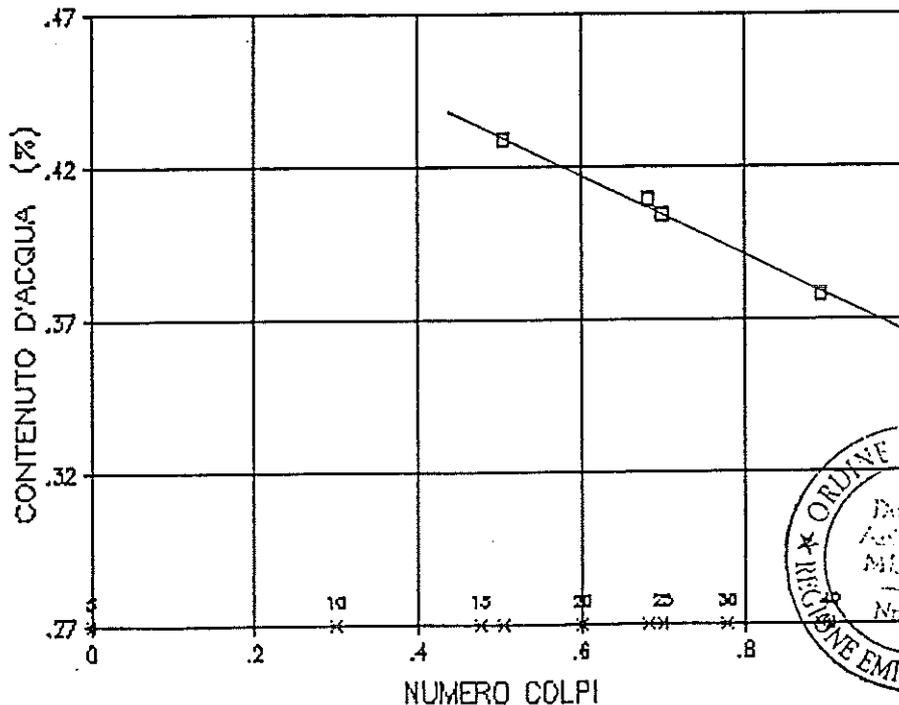
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
Cantiere: Cava RONCOBOTTO ZOCCA Certificato N° :192
Data: 8.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 7 Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	39	24	16		
PESO UMIDO + TARA	10.94	12.65	16.8	7.63	73.8
PESO SECCO + TARA	8.59	9.66	12.465	6.73	66
ACQUA CONTENUTA	2.35	2.99	4.335	.9	7.8
TARA	2.37	2.35	2.36	2.39	2.42
PESO SECCO	6.22	7.31	10.105	4.34	63.58
CONTENUTO D'ACQUA	37.78%	40.90%	42.90%	20.74%	12.27%

LL = 40.45% Limite Liquido
LP = 20.74% Limite Plastico
Wn = 12.27% Umidità Naturale
IP = 19.71% Indice Plastico
Ic = 1.43 Indice di Consistenza



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: NCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534460789

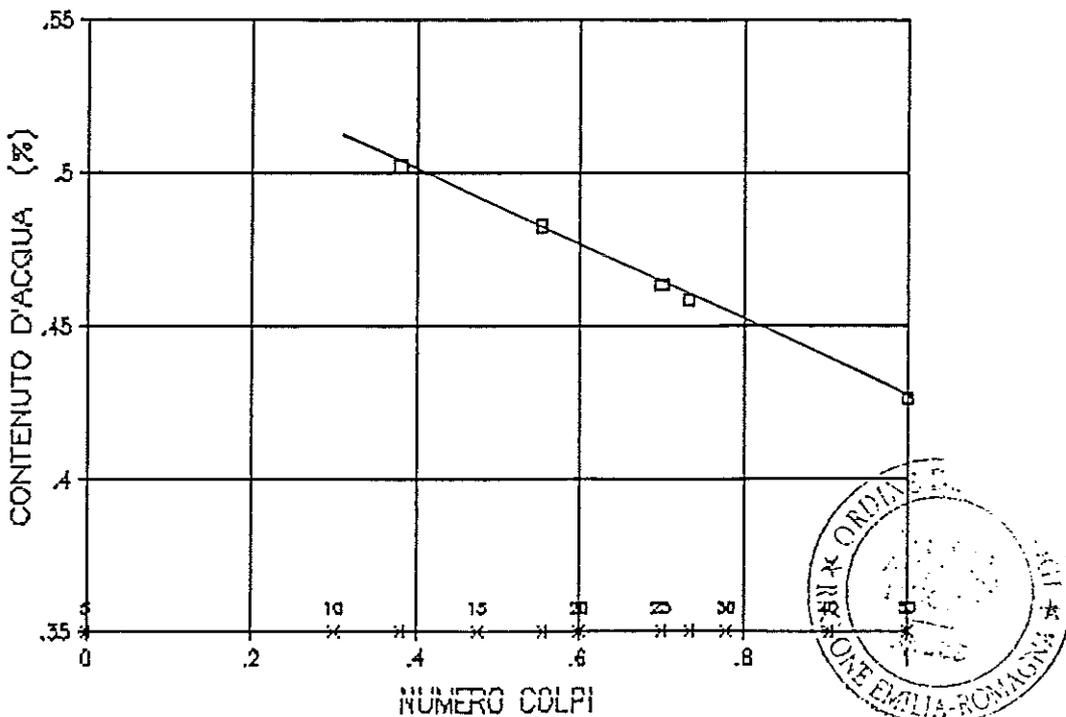
LIMITI DI ATTERBERG

Committente: Consorzio B. Reno Palata Prot. Lab. Geotecnico 1994
 Cantiere: Cava RONCOBOTTO ZOCCA Certificato N° :193
 Data: 4.8.94 /1994

Sondaggio: - Campione : 5_6_7_ Profond. (m) da - a -

	Lim. Liquido			Lim. Plastico	Umidita'
N° CONTENITORE	1	2	3	4	5
NUMERO COLPI	27	18	12		
PESO UMIDO + TARA	14.31	13.86	16.33	6.19	0
PESO SECCO + TARA	10.56	10.11	11.67	5.46	0
ACQUA CONTENUTA	3.75	3.75	4.66	.73	0
TARA	2.38	2.34	2.39	2.39	0
PESO SECCO	8.18	7.77	9.28	3.07	0
CONTENUTO D'ACQUA	45.84%	48.26%	50.22%	23.78%	ERROR

LL = 46.34% Limite Liquido
 LP = 23.78% Limite Plastico
 Wn = ERROR Umidità Naturale
 IP = 22.56% Indice Plastico
 Ic = ERROR Indice di Consistenza



LIMITE DI RITIRO , DI VOLUME E RITIRO LINEARE

- Modalità esecutive**
- Allegati dei risultati ottenuti**

LIMITI DI ATTERBERG

I limiti di Atterberg sono dei particolari valori del contenuto d'acqua che caratterizzano convenzionalmente i passaggi di una terra coesiva dallo stato liquido a quello plastico (limite di liquidità), dallo stato plastico a quello semisolido (limite di plasticità) ed infine dallo stato semisolido a quello solido (limite di ritiro).

a) Limite di liquidità

Il limite di liquidità è quel particolare valore del contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato liquido (consistenza nulla, impossibilità di modellare la terra) a quello plastico (possibilità di modellare la terra senza che si formino crepe superficiali).

La prova consiste nell'omogeneizzare ad un certo livello di umidità il provino: lo si dispone quindi sul cucchiaio d'ottone dell'apparecchio di Casagrande, avendo cura di eliminare le eventuali bolle create all'interno dell'impasto. La superficie esterna viene adeguatamente livellata con una lama, in maniera da ottenere uno spessore non maggiore di 10 mm.

Con un apposito utensile standardizzato si crea un solco diametrale; il cucchiaio viene quindi fatto cadere ripetutamente da un'altezza di 1 cm e con una frequenza di 2 colpi/secondo. Si registra il numero di colpi necessario affinché il solco si chiuda diametralmente per una lunghezza di 13 mm., si procede alla determinazione dell'umidità della terra contenuta nel cucchiaio di prova. Con il rimanente materiale vengono ripetute almeno altre 2 determinazioni analoghe, aumentando via via il contenuto d'acqua nel campione di prova. I risultati delle 3 o più determinazioni vengono riportati in un diagramma semilogaritmico ($w - \log n$. colpi) ed uniti con una retta di interpolazione: l'umidità pari al limite di liquidità è quella corrispondente a 25 colpi. Il risultato viene espresso in percentuale ed arrotondato all'unità.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- un setaccio UNI 0.425 o ASTM 40
- un apparecchio di Casagrande completo (basamento, cucchiaio, utensile per la creazione del solco diametrale)
- una spatola per l'omogeneizzazione del provino
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua

b) Limite di plasticità

Il limite di plasticità è quel particolare valore di contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato plastico a quello semisolido (consistenza elevata: impossibilità di modellare la terra senza che si formino evidenti fessurazioni, tendenza allo sbriciolamento).

Con una piccola quantità di terra si forma una pallina, che viene posta sul piano di prova è fatta rotolare su e giù, comprimendola leggermente con le dita della mano. Si va così formando un cilindretto, che risulta essere nella condizione critica, caratteristica del limite di plasticità, quando, ridotto al diametro di 3 mm si rompe in frammenti di 5-10 mm.

L'umidità corrispondente alla situazione descritta viene definita come "limite di plasticità" della terra in esame.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- setaccio UNI 0.425 o ASTM 40
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua
- una spatola
- un piano di marmo levigato o di vetro smerigliato

c) Limite di ritiro

il limite di ritiro è quel particolare valore del contenuto d'acqua che caratterizza il passaggio di una terra coesiva dallo stato semisolido a quello solido (elevata compattezza; ad una ulteriore diminuzione d'acqua non corrisponde più alcuna variazione di volume).

La terra in esame viene preparata ad un livello di umidità superiore al proprio limite di liquidità. Ottenuto un impasto omogeneo si riempie la capsula di porcellana con il materiale di prova, curando di far fuoriuscire tutta l'aria venutasi a creare durante il riempimento. La capsula viene livellata sul bordo, pesata e lasciata essiccare dapprima all'aria aperta e successivamente in forno a 105 °C. Dopo averlo lasciato raffreddare, il campione viene pesato e estratto dalla capsula senza danneggiarlo; con l'ausilio del volumometro si procede alla determinazione del suo volume. Il limite di ritiro viene ottenuto con l'espressione seguente:

$$w_s = w - 100 * y_a * ((v - v_s) / p_s)$$

w_s = limite di ritiro

w = contenuto d'acqua iniziale

y_a = peso specifico dell'acqua

v = volume iniziale del provino pari a quello della capsula

vs= volume finale secco pari a quello del provino nella condizione corrispondente al limite di ritiro

ps= peso secco netto del provino

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- un setaccio UNI 0.425 o ASTM 40
- due capsule di porcellana standardizzate, delle quali siano note peso e volume
- un volumenometro a mercurio , formato da un cristallizzatore di vetro e da una lastrina piana di vetro
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua
- una spatola a bordo rettilineo

COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 204

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 1

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	37.25 %
Vo (volume campione secco) :	9.547 cmc.
Po (peso campione secco)	16.42 gr.
V (volume capsula) :	12.728 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	17.9 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.719 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	33.26
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	9.11 %



COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 205

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 2

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	36.4 %
Vo (volume campione secco) :	9.493 cmc.
Po (peso campione secco)	16.7 gr.
V (volume capsula) :	12.79 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	16.7 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.759 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	33.65
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$ %	9.43



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480359

COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 206

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 3

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	33.91 %
Vo (volume campione secco) :	9.952 cmc.
Po (peso campione secco)	17.23 gr.
V (volume capsula) :	12.811 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	17.31 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.731 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	28.73
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	9.06 %



COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 207

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 4

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	34.8 %
Vo (volume campione secco) :	9.852 cmc.
Po (peso campione secco)	17.15 gr.
V (volume capsula) :	12.811 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	17.54 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.74 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	30
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	8.37 %



COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 208

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 5

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	39.07 %
Vo (volume campione secco) :	9.36 cmc.
Po (peso campione secco)	16.38 gr.
V (volume capsula) :	12.79 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	18.12 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.75 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	36.66
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	9.87 %



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 209

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 6

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	32.32 %
Vo (volume campione secco) :	9.737 cmc.
Po (peso campione secco)	18.29 gr.
V (volume capsula) :	12.79 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	15.62 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.878 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	31.36
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	8.68 %



COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 210

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: 7

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	34.49 %
Vo (volume campione secco) :	9.546 cmc.
Po (peso campione secco)	17.54 gr.
V (volume capsula) :	12.811 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	15.874 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.837 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	34.19
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	9.32 %



COMMITTENTE : CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 8.8.94 : N° 211

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO; COEFF. DI RITIRO, RITIRO
DI VOLUME, RITIRO LINEARE

Campione N°: (5-6-7) misto

Wi (contenuto d'acqua iniziale) :	48.4 %
Vo (volume campione secco) :	8.138 cmc.
Po (peso campione secco)	14.56 gr.
V (volume capsula) :	12.728 cmc.
Ws (limite di ritiro) : $Ws = Wi - (V - Vo / Po) * 100 =$	16.87 %
Rs (coeff. di ritiro) : $Po / Vo =$	1.789 gr/cmc
Vs (ritiro di volume) : $Vs = (Wi - Ws) * Rs =$	56.4
Ls (ritiro lineare) : $Ls = 100 * (1 - (100 / Ws + 100) ^ 0.333) =$	13.8 %



PESO SPECIFICO COL METODO DEL PICNOMETRO

- **Modalità esecutive**
- **Allegati dei risultati ottenuti**

PESO SPECIFICO

Con il termine "peso specifico" di una terra si definisce il rapporto tra il peso di un volume noto di terra secca e quello di un ugual volume di acqua distillata, determinati entrambi alla medesima temperatura.

La metodologia che si riporta si riferisce a terre con grana di dimensioni fino a 10 mm.

Si pesa inizialmente un picnometro dopo averlo accuratamente lavato e asciugato e quindi riempito con acqua distillata fino al livello di riferimento. Il picnometro così riempito d'acqua si pesa e si indica la temperatura dell'acqua al momento della determinazione. (eseguendo diverse volte questa procedura si è in grado di tracciare la curva di taratura del picnometro).

Dopo aver proceduto alla taratura del picnometro pieno di acqua distillata, si introduce della terra secca all'interno di un picnometro vuoto e si versa all'interno acqua distillata in quantità tale da sommergere completamente il provino (la quantità di terra impiegata varia con le dimensioni del picnometro e di norma non supera il 30% del volume totale).

Si procede quindi alla eliminazione dell'aria, rimasta imprigionata all'interno del volume di terra, creando una depressione con pompa aspirante a vuoto oppure facendo bollire la miscela terra acqua.

Ottenuta la disaerazione del materiale di prova, si riempie il picnometro fino al livello di riferimento con acqua distillata e lo si pesa registrando la temperatura. Il valore del peso specifico G viene determinato con la seguente espressione:

$$G = P1 / (P1 + P2 - P3)$$

$P1$ = peso secco della terra

$P2$ = peso picnometro + acqua distillata alla T° di prova

$P3$ = peso picnometro + peso acqua distillata e terra alla T° di prova

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- picnometro di vetro (capacità compresa tra 100 e 500 cmc.)
- bilancia con sensibilità di 0.01 g.
- termometro di sensibilità 0.5 °C
- forno termostatico per l'essiccazione del provino a 110 °C
- pompa per vuoto o piastra elettrica

COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 212

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 1

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.529 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.179 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.187 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

$YS = GS / (GP + GS - GT) * Y1 = 2.612 \text{ gr/cm}^3$



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 213

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 2

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.521 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.211 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.087 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

YS = GS/(GP+GS-GT)*Y1 = 2.685 gr/cm³



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 214

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 3

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.482 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.21 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.06 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

YS = GS/(GP+GS-GT)*Y1 = 2.614 gr/cm³



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Castello Serravalle

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 215

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 4

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.515 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.22 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.071 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

$YS = GS / (GP + GS - GT) * Y1 =$

2.668 gr/cm³



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 216

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 5

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.43 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.171 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.062 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

YS = GS/(GP+GS-GT)*Y1 =

2.567 gr/cm³



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 217

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 6

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.53 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.205 gr.

Peso Terra Secca GS = 2.153 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

YS = GS/(GP+GS-GT)*Y1 = 2.601 gr/cm³



COMMITTENTE: Consorzio Bonifica Reno Palata

CANTIERE : Cava Roncobotto di Zocca

PROT:LABORATORIO GEOTECNICO 9.8.94 N°: 218

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL
PICNOMETRO

Campione N°: 7

Peso Picnometro + H₂O + Terra GT = 147.392 gr

Temperatura acqua = 24°

Peso Picnometro + acqua GP = 146.21 gr.

Peso Terra Secca GS = 1.912 gr.

Peso Specifico acqua a 24° Y1 = 0.99733

PESO SPECIFICO DELLA TERRA

YS = GS/(GP+GS-GT)*Y1 =

2.619 gr/cm³



PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR MODIFICATA

- Modalità esecutive**
- Allegati dei risultati ottenuti**

PROVA DI COMPATTAZIONE

Per simulare le differenti tecniche riguardanti la produzione in situ di un determinato grado di compattazione sono state elaborate numerose prove standard di laboratorio. Le più semplici e diffuse sono le cosiddette prove Proctor (dette anche AASHTO), a cui fanno riferimento, nella quasi generalità dei casi, i capitolati nazionali ed internazionali.

Si distinguono due differenti tipi di prove:

- la prova Proctor standard
- la prova Proctor modificata

Esse si differenziano essenzialmente per la diversa energia di compattazione, con la quale il provino viene densificato.

a) Prova Proctor Standard

la prova si esegue compattando strati successivi di terra (3 strati) con un pestello standardizzato (2.5 Kg di peso) , lasciato cadere ripetutamente da un'altezza di 305 mm..

b) Prova Proctor Modificata

La prova si esegue compattando strati successivi di terra (5 strati) con un pestello standardizzato (4.5 Kg di peso) , lasciato cadere ripetutamente da un'altezza di 457mm..

In base al tipo di prova adottata, si sceglie la corrispondente fustella di prova, che differiscono fra loro per diametro e altezza, completa del collare di prolunga.

Si prepara la terra al contenuto d'acqua iniziale previsto e lo si dispone nella fustella a strati che vengono compattati singolarmente.

L'umidità del provino così compattato, a fine prova, può essere controllata sottoponendo parte dello stesso ad una determinazione del contenuto d'acqua.

Tutte queste operazioni vengono ripetute su 5-6 provini di terra, preparati incrementando ogni volta il contenuto d'acqua. In corrispondenza di ciascun valore dell'umidità W si ottiene una determinata densità secca y_d che aumenta con W , per valori inferiori alla W^{optimum} e decresce all'aumentare di W , per valori di W superiori al W^{optimum} .

Posti i valori di W e y_d , caratteristici di ogni singola determinazione, su un piano W, y_d si ottiene una curva a campana. Le coordinate (W, y_d) del vertice superiore di tale curva individuano rispettivamente il contenuto d'acqua OPTIMUM e la densità secca MAXIMUM.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova si deve disporre di :

- una fustella cilindrica metallica di elevata rigidità

- un anello rigido di diametro pari a quello della fustella ad essa congiungibile di testa e di altezza minima di 51 mm.
- un pestello cilindrico di acciaio
- una bilancia con portata di almeno 20 Kg e sensibilità 1 g
- setacci ASTM 3" - 3/4" - 4
- l'apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480369

Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Località : CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data : 9.8.94
Campione : 2
Prot. laboratorio 94: 221
PROVA DI COMPATTAZIONE

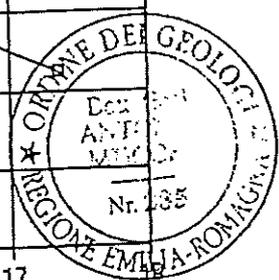
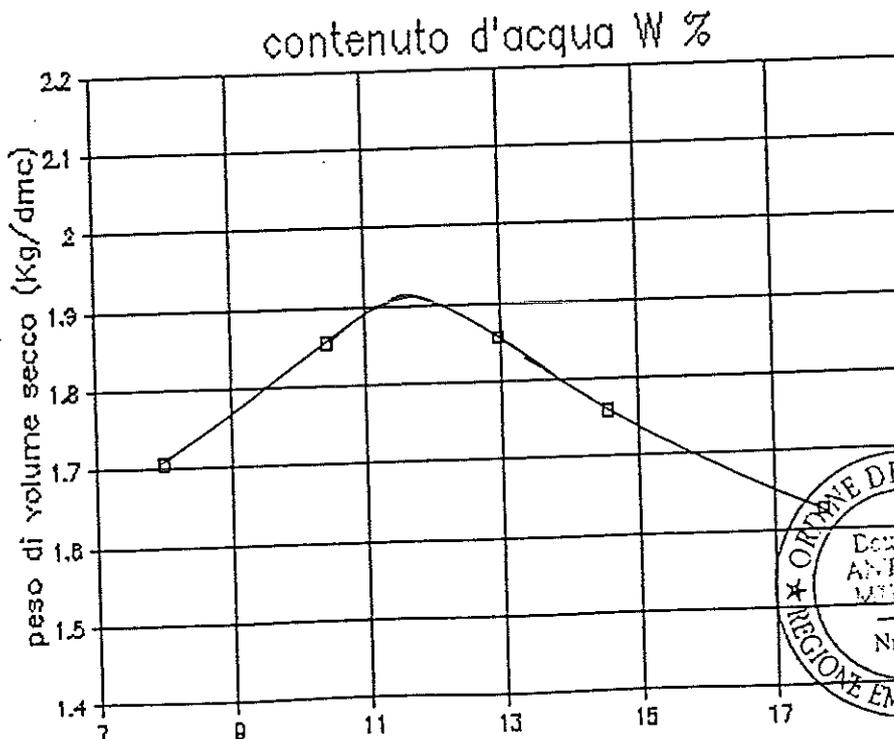
PROVA N.	1	2	3	4	5
PESO FUSTELLA + TERRA (Kg) :	5.298	5.491	5.539	5.46	5.365
PESO FUSTELLA (Kg) :	3.557	3.557	3.557	3.557	3.557
PESO DI VOLUME UMIDO (Kg/dmc)	1.842	2.047	2.097	2.014	1.913
CONTENUTO D'ACQUA (W%) :	7.984	10.43	12.96	14.54	17.72
PESO DI VOLUME SECCO (Kg/cm ^q)	1.706	1.853	1.856	1.758	1.625

Caratteristiche della prova

Altezza fustella (mm): 117
 Diametro fustella (mm): 101
 Volume fustella (cmc) : 945
 Numero strati : 5
 Numero colpi per strato: 25
 Altezza di caduta (cm): 45
 Peso del pestello(Kg): 4.5
 Energia di compattazione(Kg/cm^q): 25.4

CARATTERISTICHE OTTIMALI

Peso di volume secco
(Kg/dmc) : 1.91
 Contenuto d'acqua
(W %) : 11.8



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480369

Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Località : CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 Data : 9.8.94
 Campione : 4
 Prot. laboratorio 94: 220
 PROVA DI COMPATTAZIONE

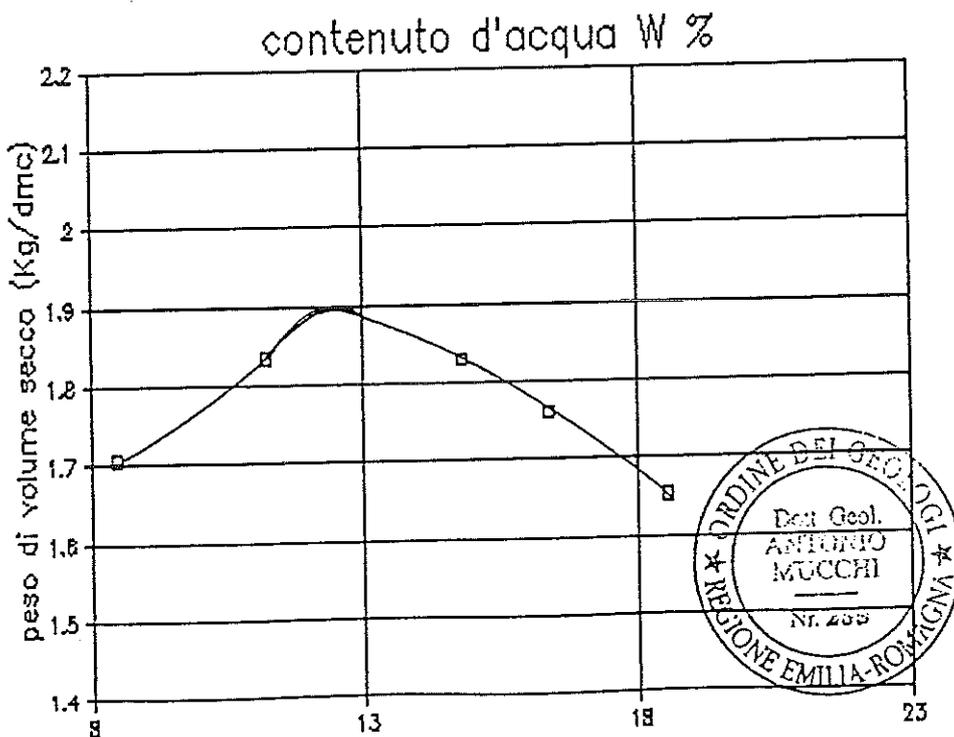
PROVA N.	1	2	3	4	5
PESO FUSTELLA + TERRA (Kg) :	5.305	5.485	5.541	5.493	5.41
PESO FUSTELLA (Kg) :	3.557	3.557	3.557	3.557	3.557
PESO DI VOLUME UMIDO (Kg/dmc)	1.850	2.040	2.099	2.049	1.961
CONTENUTO D'ACQUA (W%) :	8.482	11.23	14.78	16.36	18.55
PESO DI VOLUME SECCO (Kg/cm ³)	1.705	1.834	1.829	1.761	1.654

Caratteristiche della prova

Altezza fustella (mm): 117
 Diametro fustella (mm): 101
 Volume fustella (cmc) : 945
 Numero strati : 5
 Numero colpi per strato: 25
 Altezza di caduta (cm): 45
 Peso del pestello(Kg): 4.5
 Energia di compattazione(Kg/cm²): 25.4

CARATTERISTICHE OTTIMALI

Peso di volume secco
 (Kg/dmc) : 1.9
 Contenuto d'acqua
 (W %) : 12.8



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480359

Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Località : CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 Data : 8.8.94

Campione : 5

Prot. laboratorio 94: 219

PROVA DI COMPATTAZIONE

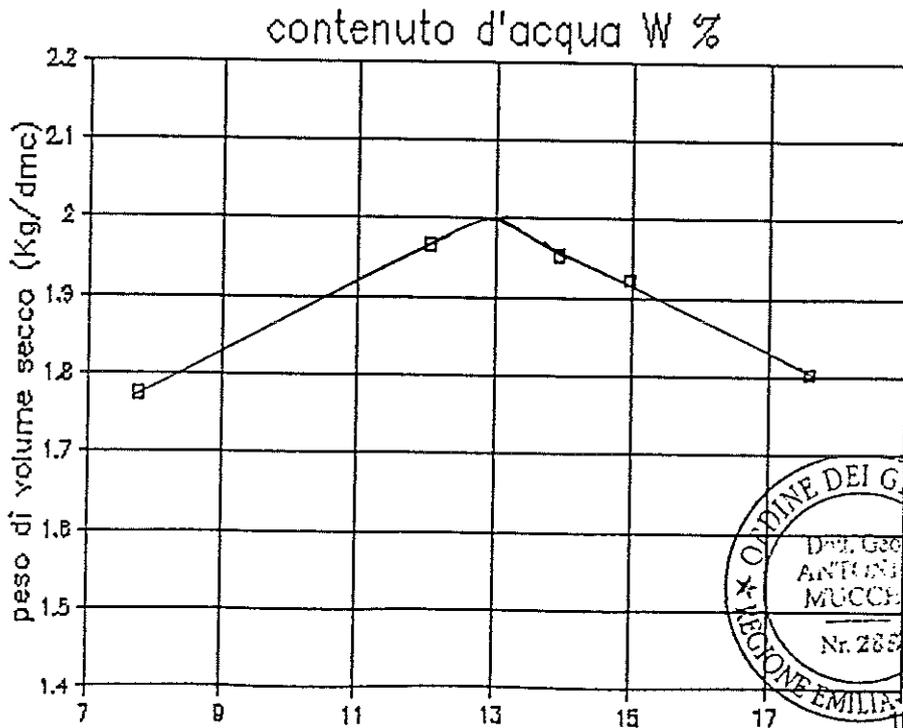
PROVA N.	1	2	3	4	5
PESO FUSTELLA + TERRA (Kg) :	5.365	5.64	5.645	5.66	5.56
PESO FUSTELLA (Kg) :	3.557	3.557	3.557	3.557	3.557
PESO DI VOLUME UMIDO (Kg/dmc)	1.913	2.204	2.210	2.225	2.120
CONTENUTO D'ACQUA (W%) :	7.745	12.04	14.97	13.94	17.58
PESO DI VOLUME SECCO (Kg/cm ³)	1.776	1.967	1.922	1.953	1.803

Caratteristiche della prova

Altezza fustella (mm): 117
 Diametro fustella (mm): 101
 Volume fustella (cmc) : 945
 Numero strati : 5
 Numero colpi per strato: 25
 Altezza di caduta (cm): 45
 Peso del pestello(Kg): 4.5
 Energia di compattazione(Kg/cm³): 25.4

CARATTERISTICHE OTTIMALI

Peso di volume secco
 (Kg/dmc) : 2
 Contenuto d'acqua
 (W %) : 13



ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534460359

Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Località : CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
Data : 9.8.94

Campione : 6
Prot. laboratorio 94: 222

PROVA DI COMPATTAZIONE

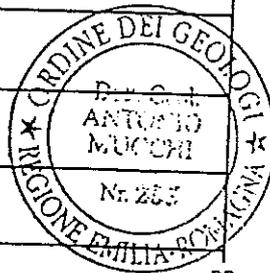
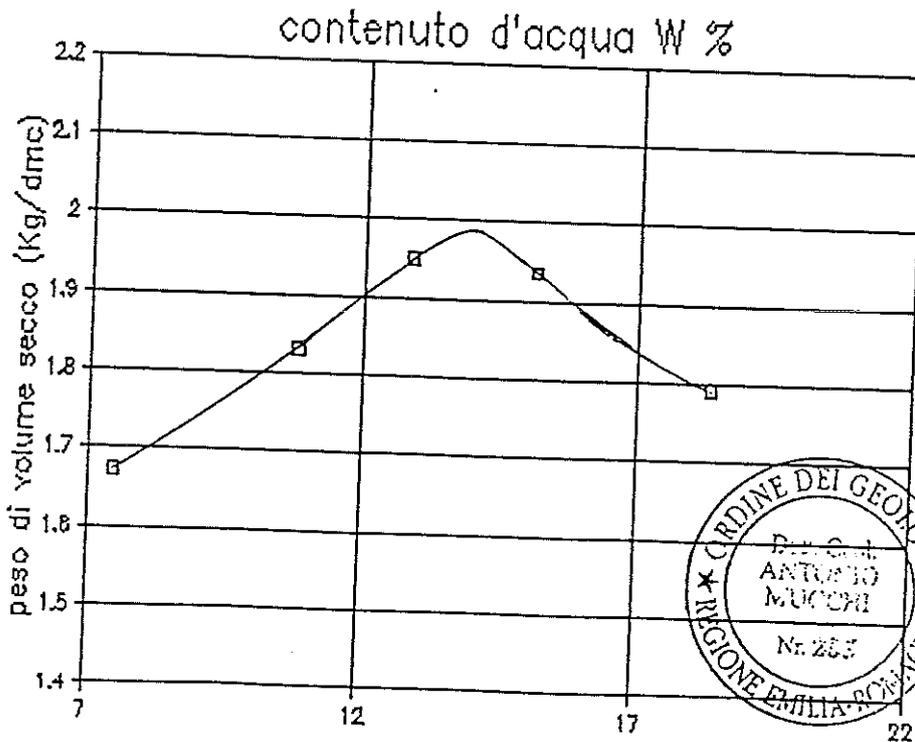
PROVA N.	1	2	3	4	5
PESO FUSTELLA + TERRA (Kg) :	5.256	5.475	5.635	5.661	5.56
PESO FUSTELLA (Kg) :	3.557	3.557	3.557	3.557	3.557
PESO DI VOLUME UMIDO (Kg/dmc)	1.798	2.030	2.199	2.226	2.120
CONTENUTO D'ACQUA (W%) :	7.487	10.80	12.82	15.09	18.35
PESO DI VOLUME SECCO (Kg/cm ³)	1.673	1.832	1.949	1.935	1.791

Caratteristiche della prova

Altezza fustella (mm): 117
 Diametro fustella (mm): 101
 Volume fustella (cmc) : 945
 Numero strati : 5
 Numero colpi per strato: 25
 Altezza di caduta (cm): 45
 Peso del pestello(Kg): 4.5
 Energia di compattazione(Kg/cm³): 25.4

CARATTERISTICHE OTTIMALI

Peso di volume secco
(Kg/dmc) : 1.98
 Contenuto d'acqua
(W %) : 13.8



**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
E COEFF. DI CONSOLIDAZIONE CV**

- Modalità esecutive
- Allegati dei risultati ottenuti

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

La prova edometrica o di compressione verticale con espansione laterale impedita costituisce la più comune procedura di laboratorio per la determinazione dei parametri di compressibilità di una terra.

La prova viene eseguita applicando un carico verticale su un campione cilindrico di terra satura, al quale è permesso di drenare attraverso una o entrambe le basi. Essendo il provino saturo ed ipotizzando trascurabile la compressibilità delle frazioni liquida e solida, si può affermare che la diminuzione di volume, registrata durante la fase di compressione, sia interamente da addebitare all'espulsione di acqua interstiziale.

Il carico verticale sul campione può essere applicato in diversi modi:

- con incrementi di carico standard
- con velocità di deformazione del provino costante
- con velocità di incremento di carico costante
- con gradiente controllato

In genere si può affermare che la metodologia più semplice e diffusa è la prima, che produce nell'acqua interstiziale, all'applicazione del carico, un incremento uniforme di pressione neutrale, che si dissipa nel tempo tanto più velocemente quanto maggiore è la permeabilità della terra di prova.

La prova edometrica viene comunemente riservata ai terreni di natura coesiva, i quali presentano tempi di consolidazione molto lunghi.

Dai risultati della prova è possibile determinare:

- il coefficiente di compressibilità
- il coefficiente di compressibilità volumetrico
- il modulo edometrico
- l'indice di compressione
- l'indice di ricomprensione
- l'indice di rigonfiamento
- la pressione di consolidazione
- il coefficiente di consolidazione primario e secondaria
- il coefficiente di permeabilità

La loro conoscenza costituisce la base per la risoluzione dei problemi geotecnici specifici, quali ad esempio la determinazione dell'entità dei cedimenti di una zona conseguenti alla costruzione di un'opera civile, la previsione del loro sviluppo nel tempo, l'efficacia o meno di interventi quali precompressione o il drenaggio.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova bisogna disporre di :

- un sistema di carico verticale capace di mantenere nel tempo una pressione con accuratezza dello 0.5 %.

- una cella edometrica con anello di contenimento del provino avente rapporti diametro/altezza non minori di 2.5 ,completa di pietre porose
- una serie di utensili specifici per l'intrusione del provino nell'edometro
- apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua
- un micrometro con sensibilità di almeno 0.01 mm..

DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 20.9.94
CANTIERE: Cava Serravalle Prot. lab. geotecnica 94:262

SONDAGGIO -	CAMPIONE N.	1	Prof.mt.: -
-------------	-------------	---	-------------

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cm ^q)	DH(mm)	E %	e [°]	av (Kg/cm ^q)	mv (cm ^q /Kg)
.13	.01	.05	.472	.0059	.0040
.25	.02	.10	.471	.0118	.0080
.50	.06	.30	.468	.0221	.0151
1.00	.21	1.05	.457	.0177	.0122
2.00	.45	2.25	.439	.0088	.0061
1.00	.33	1.65	.448	.0118	.0081
.50	.25	1.25	.454	.0118	.0081
.25	.21	1.05	.457	.0059	.0040
.13	.20	1.00	.458	.0137	.0095
2.00	.55	2.75	.432	.0083	.0058
4.00	.78	3.88	.415	.0065	.0047
8.00	1.13	5.65	.389	.0043	.0032
16.00	1.60	8.00	.355	.0025	.0019
32.00	2.14	10.70	.315		
8.00	1.95	9.75	.329		
4.00	1.82	9.10	.339		
2.00	1.66	8.30	.350		
.50	1.41	7.05	.369		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 95% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0960

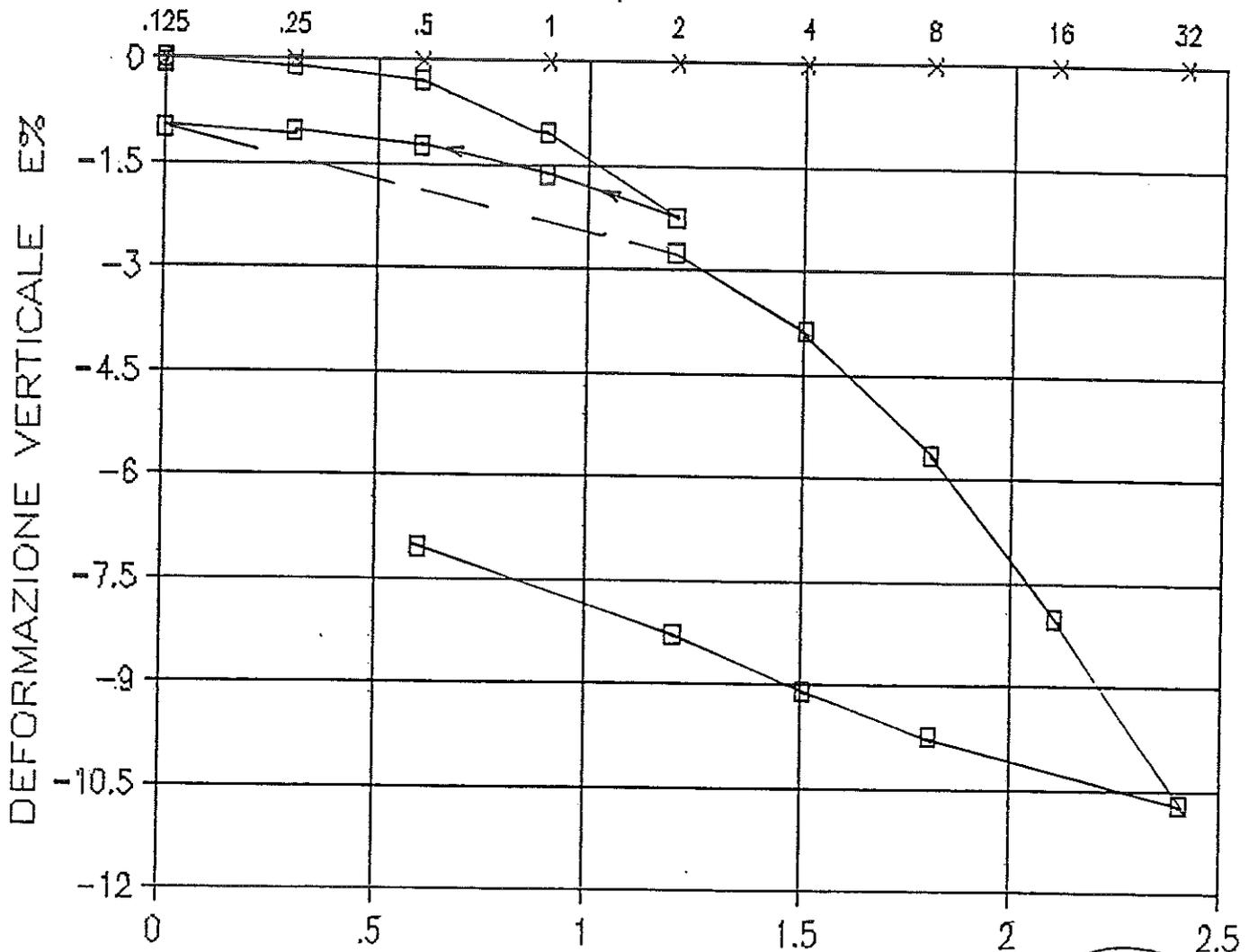
PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8160

CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 15.4000



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 1



COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 CAMPIONE: 1
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 255

 DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.315	30"
.32	1'
.325	2'
.33	4'
.335	8'
.34	15'
.35	30'
.355	60'
.36	120'
.365	360'
.37	540'
.375	1440'

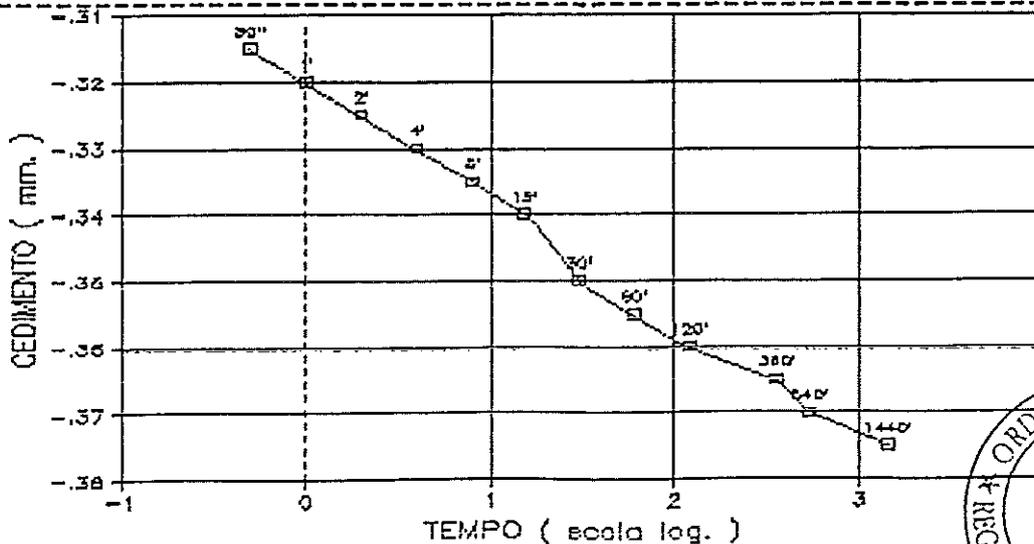
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cmq

TEMPO t50: 270 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0122 cmq/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 7.02*10E-4

PERMEABILITA': 8.5 * 10E-9 cm/sec



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOSTRUTTURALI
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 CANTIERE: **CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE**
 CAMPIONE: **1**
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: **250**

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.705	30"
.71	1'
.715	2'
.718	4'
.72	8'
.725	15'
.73	30'
.735	60'
.74	120'
.75	360'
.755	540'
.76	1440'

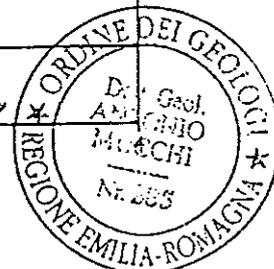
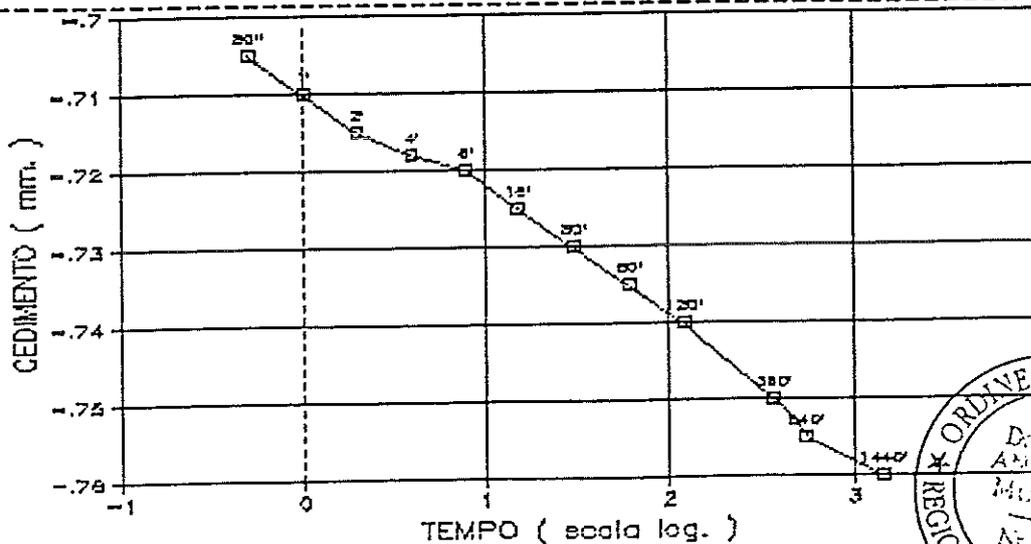
INTERVALLO DI CARICO: **2 _ 4 Kg/cmq**

TEMPO t50: **-**

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': **.0058 cmq/Kg**

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: **-**

PERMEABILITA':



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 20.9.94
CANTIERE: Cava Serravalle Prot. lab. geotecnica 94:264

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 1 SAT Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cm ^q)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cm ^q)	mv (cm ^q /Kg)
.13	.08	.40	.523	.0489	.0322
.25	.16	.80	.517	.0673	.0446
.50	.38	1.90	.500	.0398	.0267
1.00	.64	3.20	.480	.0298	.0203
2.00	1.03	5.15	.450	.0054	.0037
1.00	.96	4.80	.456	.0168	.0115
.50	.85	4.25	.464	.0520	.0354
.25	.68	3.40	.477	.0918	.0619
.13	.53	2.65	.489	.0224	.0153
2.00	1.08	5.40	.447	.0153	.0107
4.00	1.48	7.40	.416	.0103	.0074
8.00	2.02	10.10	.375	.0056	.0042
16.00	2.61	13.05	.330	.0033	.0025
32.00	3.30	16.50	.277		
8.00	3.10	15.50	.292		
4.00	2.94	14.70	.304		
2.00	2.72	13.60	.321		
.50	2.32	11.60	.352		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla comp. 93% proctor e saturata 7 gg

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0450

PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.7720

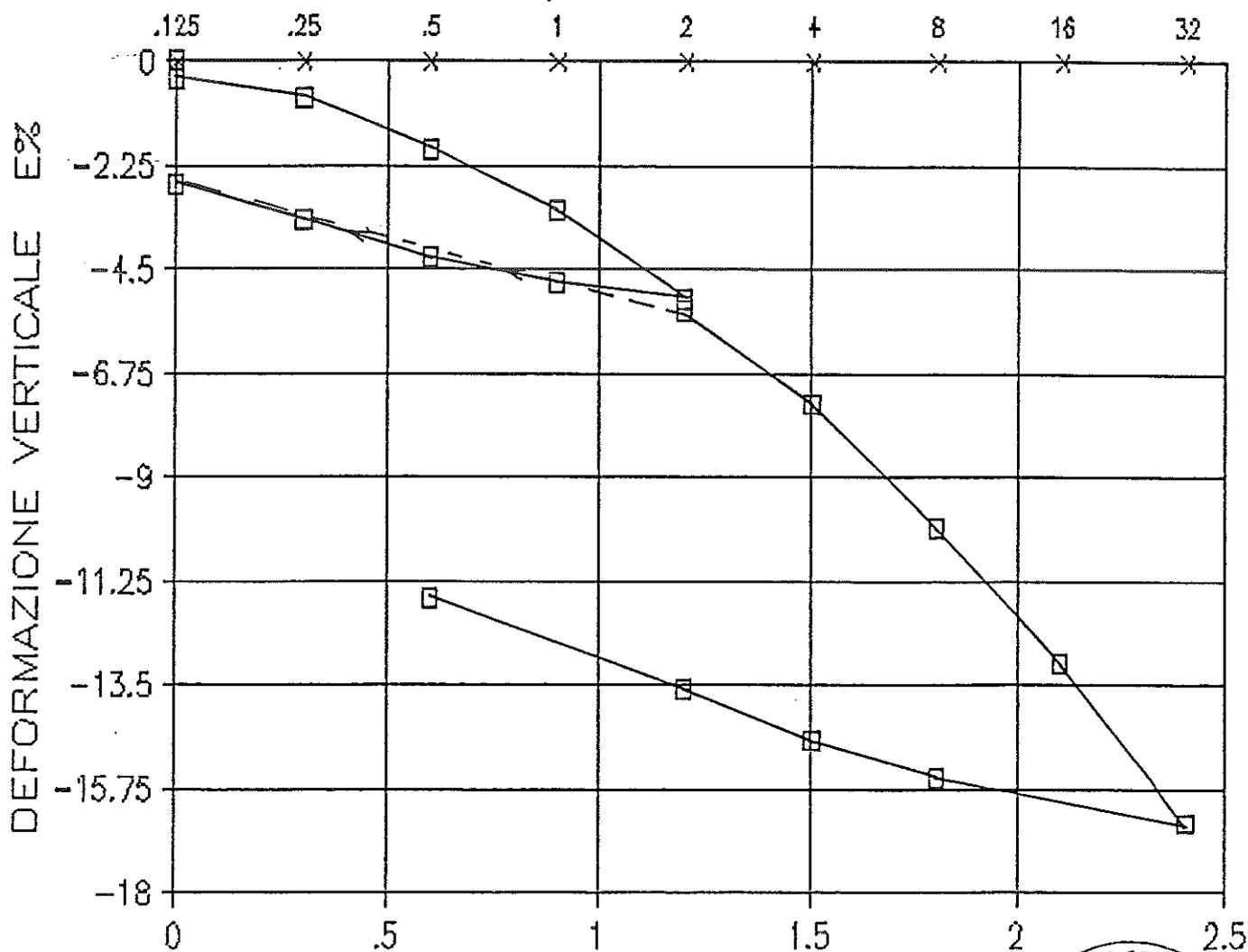
CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 15.4000

RIGONFIAMENTO DOPO 7 gg. SATURAZIONE:1.5 mm.



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 1 saturo



ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
CAMPIONE: N° 1 (7 gg. di saturazione)
PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 247

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
.76	15"
.77	30"
.79	1'
.815	2'
.85	4'
.87	8'
.9	15'
.94	30'
.96	60'
.99	180'
1	330'
1.03	1440'

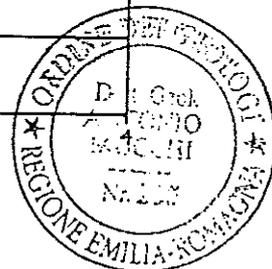
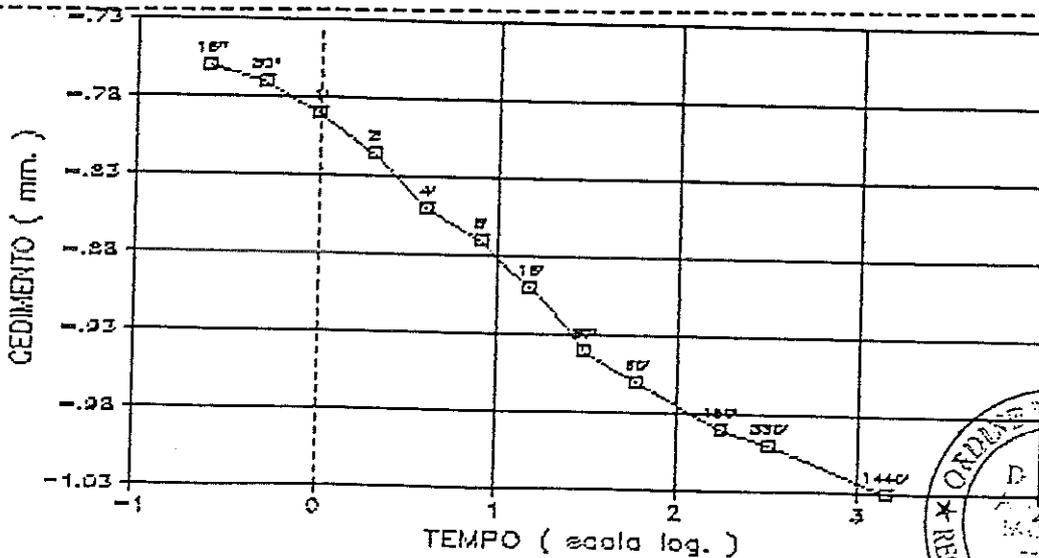
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 300 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0203 cmq/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 5.9 * E10⁻⁴ cmq/sec

PERMEABILITA': 1.19 * 10E⁻⁸ cm/sec



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
CAMPIONE: 1 SATURO 7 gg.
PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 257

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
1.24	30"
1.25	1'
1.27	2'
1.3	4'
1.33	8'
1.36	15'
1.4	30'
1.45	95'
1.46	200'
1.47	500'
1.48	1440'

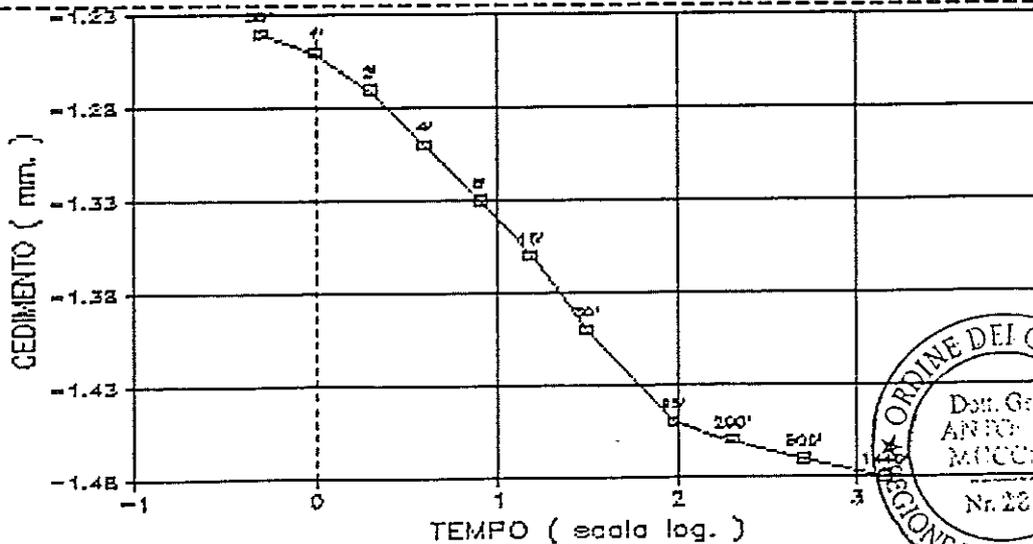
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 480 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0107 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 3.5*10E-4

PERMEABILITA': 3.7 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 20.9.94
CANTIERE: Cava Serravalle Prot. lab. geotecnica 94:263

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 2 Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cmq)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cmq)	mv (cmq/Kg)
.13	0	.00	.506	.0120	.0080
.25	.02	.10	.504	.0090	.0060
.50	.05	.25	.502	.0346	.0232
1.00	.28	1.40	.485	.0151	.0102
2.00	.48	2.40	.469	.0030	.0020
1.00	.44	2.20	.472	.0090	.0061
.50	.38	1.90	.477	.0271	.0183
.25	.29	1.45	.484	.0361	.0243
.13	.23	1.15	.488	.0112	.0076
2.00	.51	2.55	.467	.0139	.0096
4.00	.88	4.40	.439	.0092	.0065
8.00	1.37	6.85	.402	.0047	.0034
16.00	1.87	9.35	.365	.0029	.0021
32.00	2.48	12.40	.319		
8.00	2.23	11.15	.338		
4.00	2.12	10.60	.346		
2.00	1.93	9.65	.360		
.50	1.52	7.60	.391		

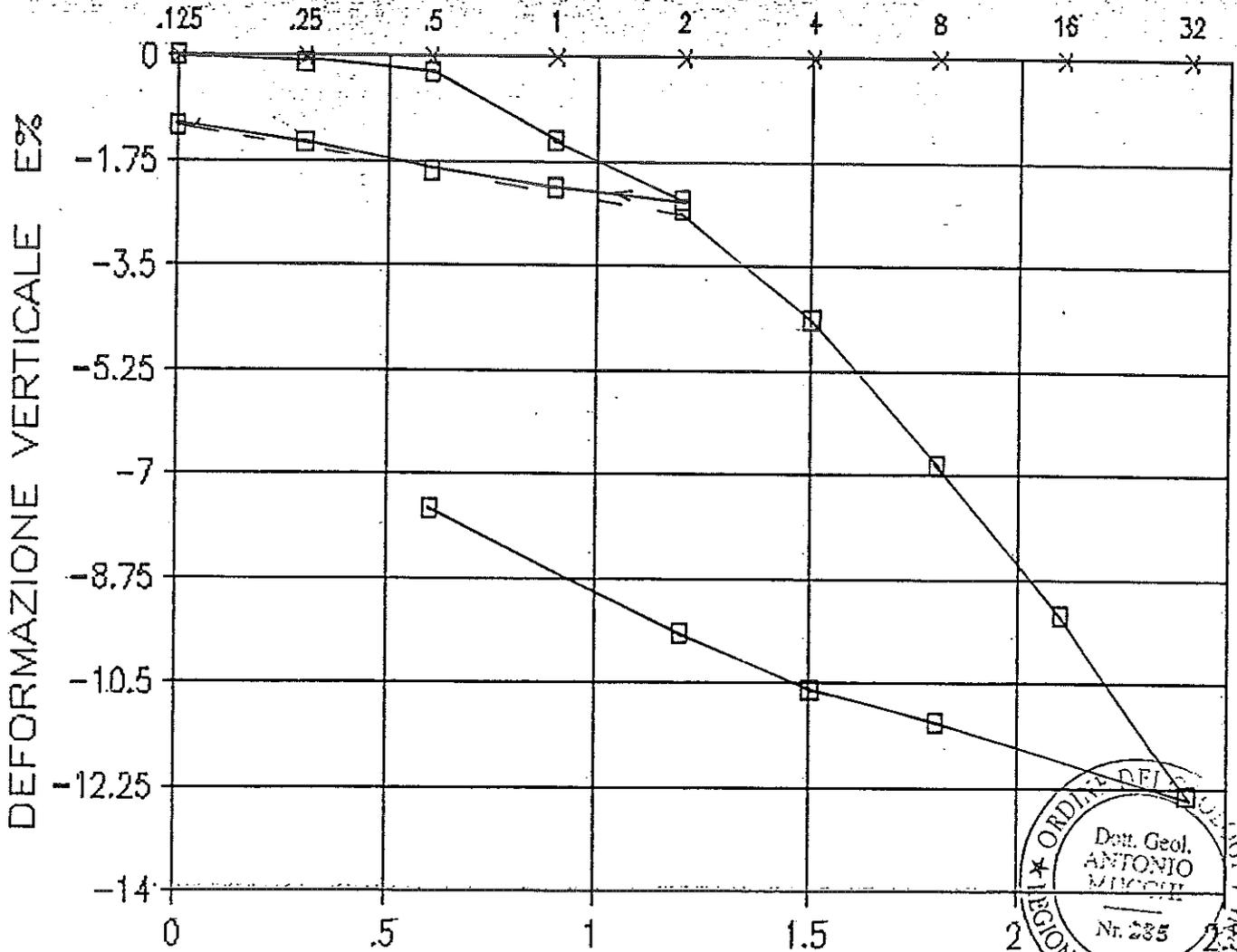
NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 94% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0720
PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8000
CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 15.1000



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 2



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

INDAGINI GEOSTRUTTURALI

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA

Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
CAMPIONE: 2
PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 94: 256

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (: CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.36	30"
.37	1'
.38	2'
.39	4'
.405	8'
.42	15'
.435	30'
.45	60'
.46	120'
.47	360'
.475	540'
.48	1440'

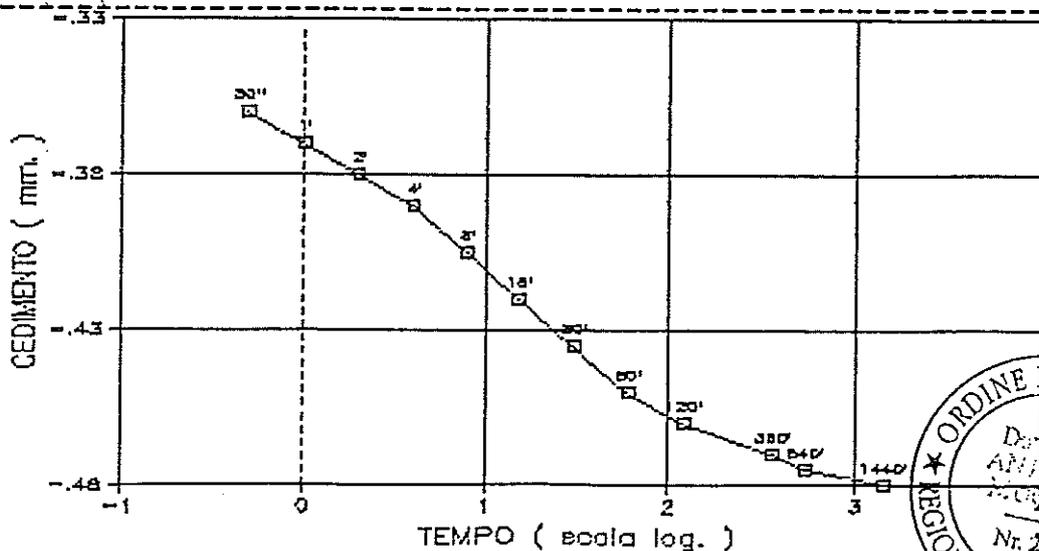
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cmq

TEMPO t50: 300 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0102 cmq/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 6.25*10E-4

PERMEABILITA': 6.35 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
CAMPIONE: N° 2
PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 249

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.65	30"
.66	1'
.69	2'
.71	4'
.75	8'
.78	15'
.81	30'
.83	60'
.845	120'
.86	360'
.87	540'
.88	1440'

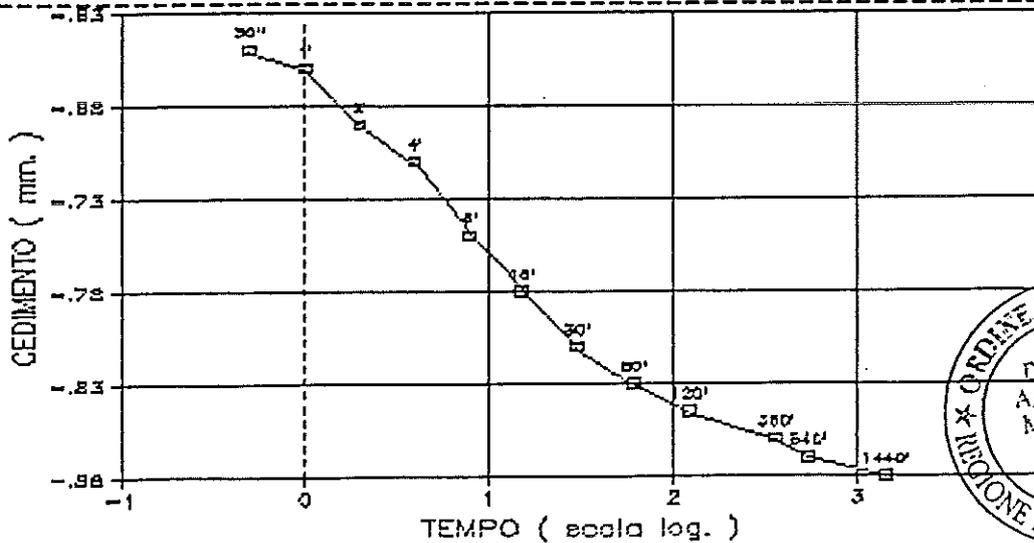
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 280 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0096 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 6.4 * E10⁻⁴ cm²/sec

PERMEABILITA': 6.1 * 10E⁻⁴ cm/sec



DOTT. GEOL

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 4.10.94
CANTIERE: Cava Serravalle Prot. lab. geotecnica 94:328

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 2 sat Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cmq)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cmq)	mv (cmq/Kg)
.13	.13	.65	.455	.1054	.0728
.25	.31	1.55	.442	.0703	.0491
.50	.55	2.75	.424	.0542	.0384
1.00	.92	4.60	.397	.0249	.0180
2.00	1.26	6.30	.372	.0029	.0021
1.00	1.22	6.10	.375	.0176	.0127
.50	1.10	5.50	.384	.0469	.0337
.25	.94	4.70	.396	.0762	.0544
.13	.81	4.05	.405	.0160	.0115
2.00	1.22	6.10	.375	.0194	.0143
4.00	1.75	8.75	.336	.0088	.0067
8.00	2.23	11.15	.301	.0048	.0037
16.00	2.75	13.75	.263	.0027	.0021
32.00	3.33	16.65	.221		
8.00	3.22	16.10	.229		
4.00	3.07	15.35	.240		
2.00	2.83	14.15	.257		
.50	2.43	12.15	.287		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 97% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0860

PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8460

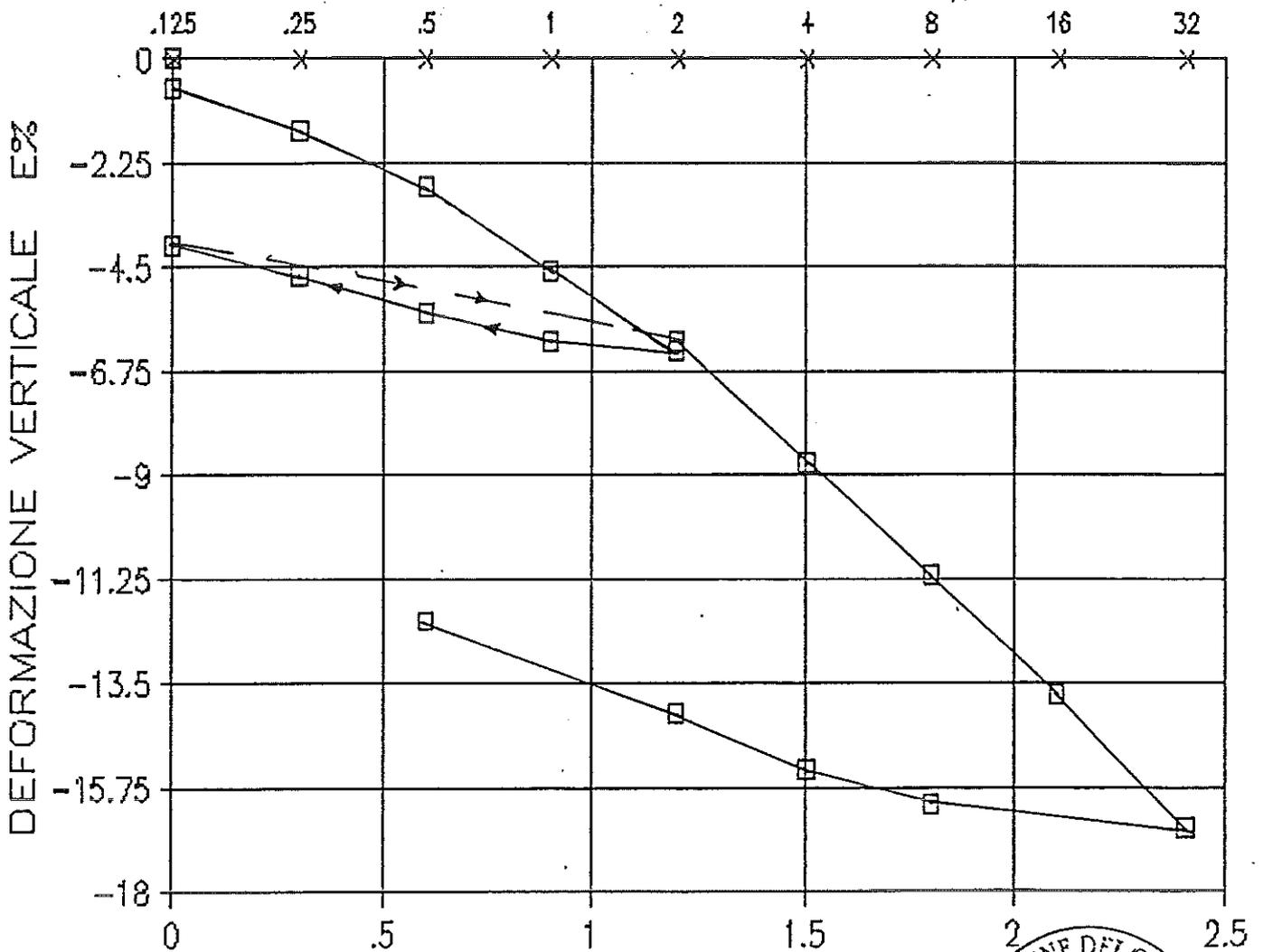
CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 13.0000

RIGONFIAMENTO DOPO 7 gg. SATURAZIONE: 1.42 mm.



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 2 SATURO



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 CAMPIONE: N° 2 (7 gg. di saturazione)
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 340

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
1.05	15"
1.06	30"
1.07	1'
1.09	2'
1.12	4'
1.15	8'
1.165	15'
1.19	30'
1.21	60'
1.22	90'
1.24	360'
1.26	1440'

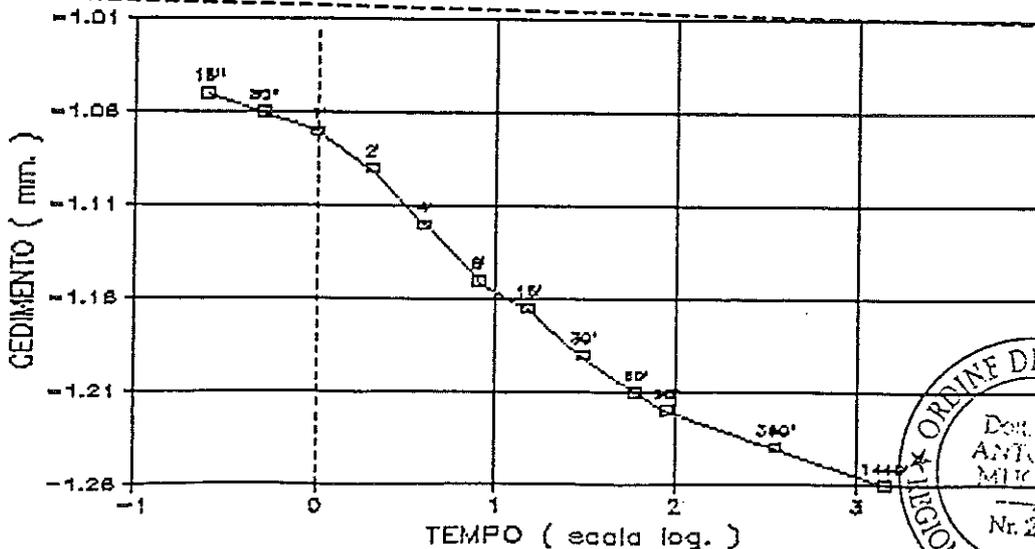
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 240 sec

COEFF. DI COMPRESSIBILITA': .0018 cm²/Kg

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE: 7.2 * 10⁻⁴ cm²/sec

PERMEABILITA': 1.29 * 10⁻⁸ cm/sec



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 CAMPIONE: N° 2 (7 gg. di saturazione)
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 343

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
1.46	15"
1.48	30"
1.49	1'
1.52	2'
1.55	4'
1.59	8'
1.62	15'
1.67	30'
1.7	60'
1.73	360
1.75	1440

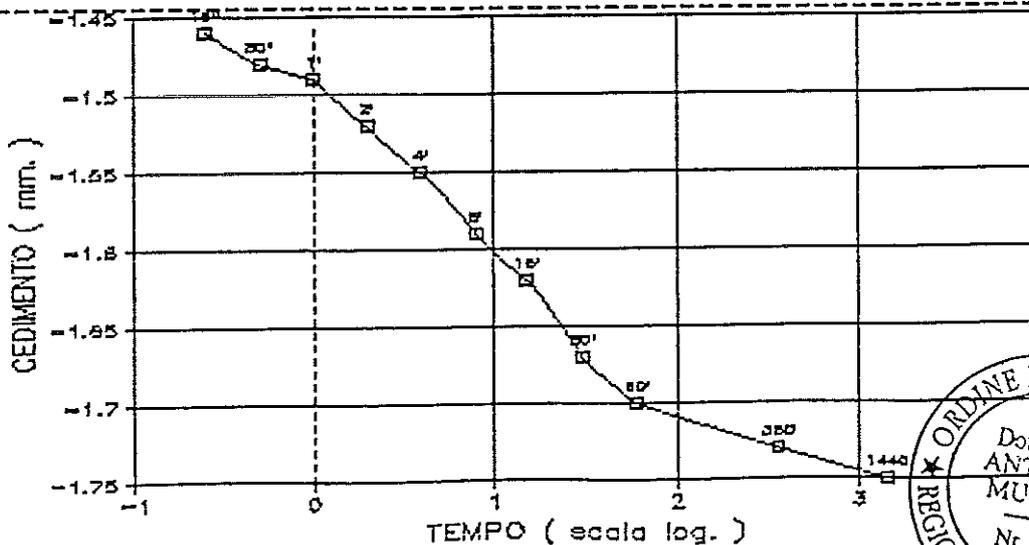
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cmq

TEMPO t50: 400 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': 0.0143cmq/Kg.

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 4.1*E10-4 cmq/sec

PERMEABILITA': 5.71 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 19.9.94
CANTIERE: Cava Roncobotto Prot. lab. geotecnica 94:261

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 5 Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cmq)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cmq)	mv (cmq/Kg)
.13	.03	.15	.443	.0520	.0361
.25	.12	.60	.436	.0260	.0181
.50	.21	1.05	.430	.0419	.0295
1.00	.50	2.50	.409	.0260	.0186
2.00	.86	4.30	.383	.0116	.0083
1.00	.70	3.50	.394	.0130	.0093
.50	.61	3.05	.401	.0029	.0021
.25	.60	3.00	.401	.0116	.0082
.13	.58	2.90	.403	.0173	.0125
2.00	1.03	5.15	.370	.0101	.0074
4.00	1.31	6.55	.350	.0088	.0066
8.00	1.80	9.00	.315	.0055	.0043
16.00	2.41	12.05	.271	.0033	.0027
32.00	3.15	15.75	.217		
8.00	2.85	14.25	.239		
4.00	2.72	13.60	.248		
2.00	2.54	12.70	.261		
.50	2.30	11.50	.279		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 97% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.1960

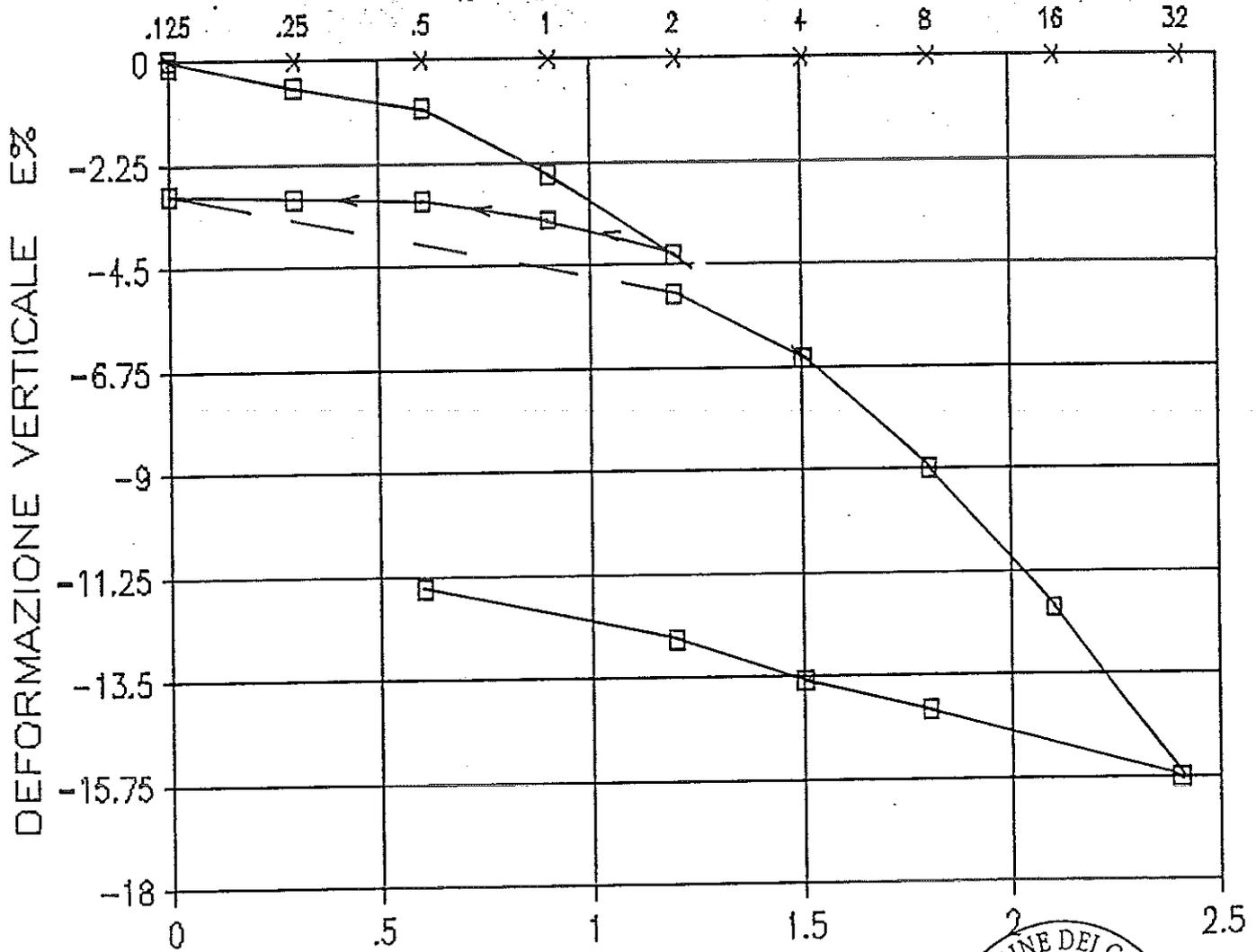
PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.9420

CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 13.1000



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 5



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 CANTIERE: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 CAMPIONE: **5**
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: **253**

 DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.63	30"
.64	1'
.655	2'
.67	4'
.68	8'
.695	15'
.71	30'
.72	60'
.73	120'
.74	360'
.745	540'
.76	1440'

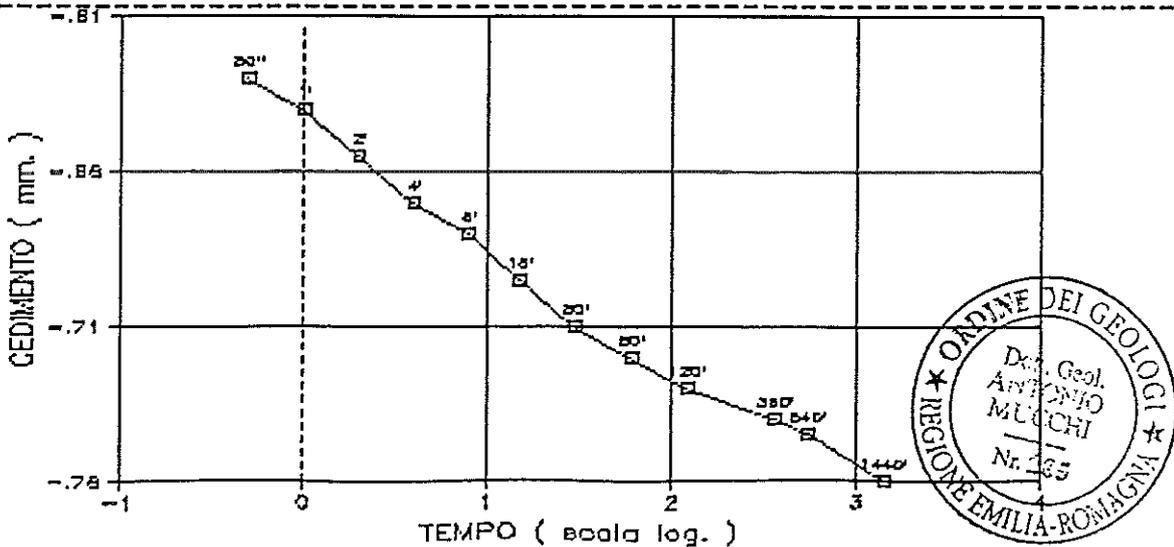
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 180 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0186 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 1.00*10E-3

PERMEABILITA': 1.86 * 10E-8 cm/sec



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480369

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 CAMPIONE: 5
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 252

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
1.25	30"
1.26	1'
1.265	2'
1.27	4'
1.28	8'
1.29	15'
1.3	30'
1.31	60'
1.32	120'
1.325	360'
1.33	540'
1.335	1440'

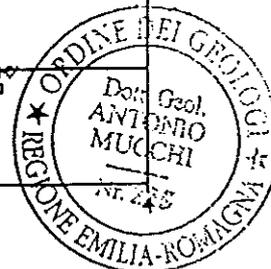
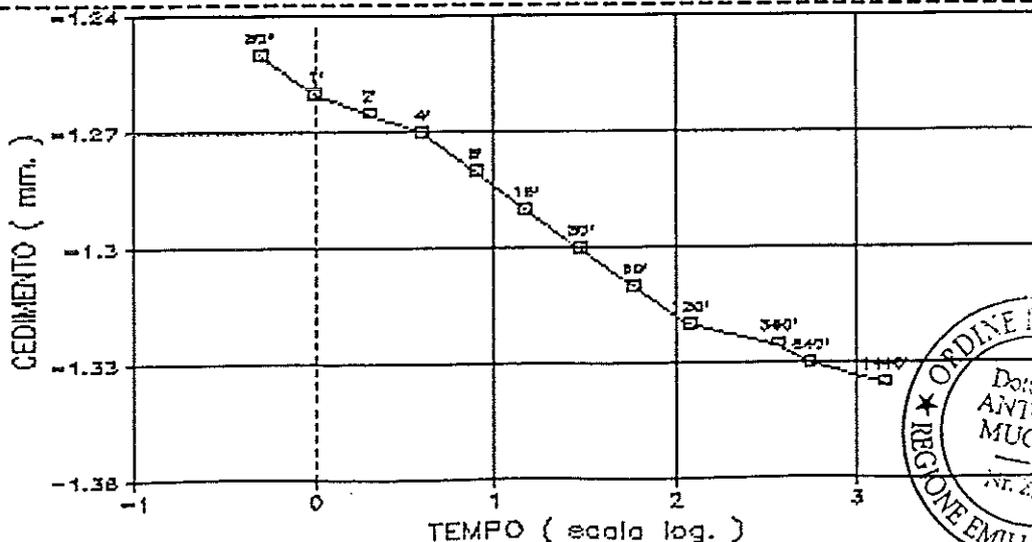
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 480

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0074 cmq/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 3.6*10E-4

PERMEABILITA': 2.66 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 20.9.94
CANTIERE: Cava Roncobotto Prot. lab. geotecnica 94:265

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 5 SAT Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cm ^q)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cm ^q)	mv (cm ^q /Kg)
.13	.01	.05	.450	.0232	.0160
.25	.05	.25	.447	.0522	.0363
.50	.23	1.15	.434	.0508	.0357
1.00	.58	2.90	.409	.0392	.0282
2.00	1.12	5.60	.369	.0036	.0026
1.00	1.07	5.35	.373	.0160	.0116
.50	.96	4.80	.381	.0696	.0501
.25	.72	3.60	.398	.1277	.0908
.13	.50	2.50	.414	.0244	.0175
2.00	1.13	5.65	.369	.0247	.0183
4.00	1.81	9.05	.319	.0116	.0090
8.00	2.45	12.25	.273	.0063	.0050
16.00	3.14	15.70	.223	.0030	.0025
32.00	3.81	19.05	.174		
8.00	3.52	17.60	.195		
4.00	3.38	16.90	.205		
2.00	3.12	15.60	.224		
.50	2.65	13.25	.258		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla comp. 93% proctor e saturata 7 gg

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.1170

PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8710

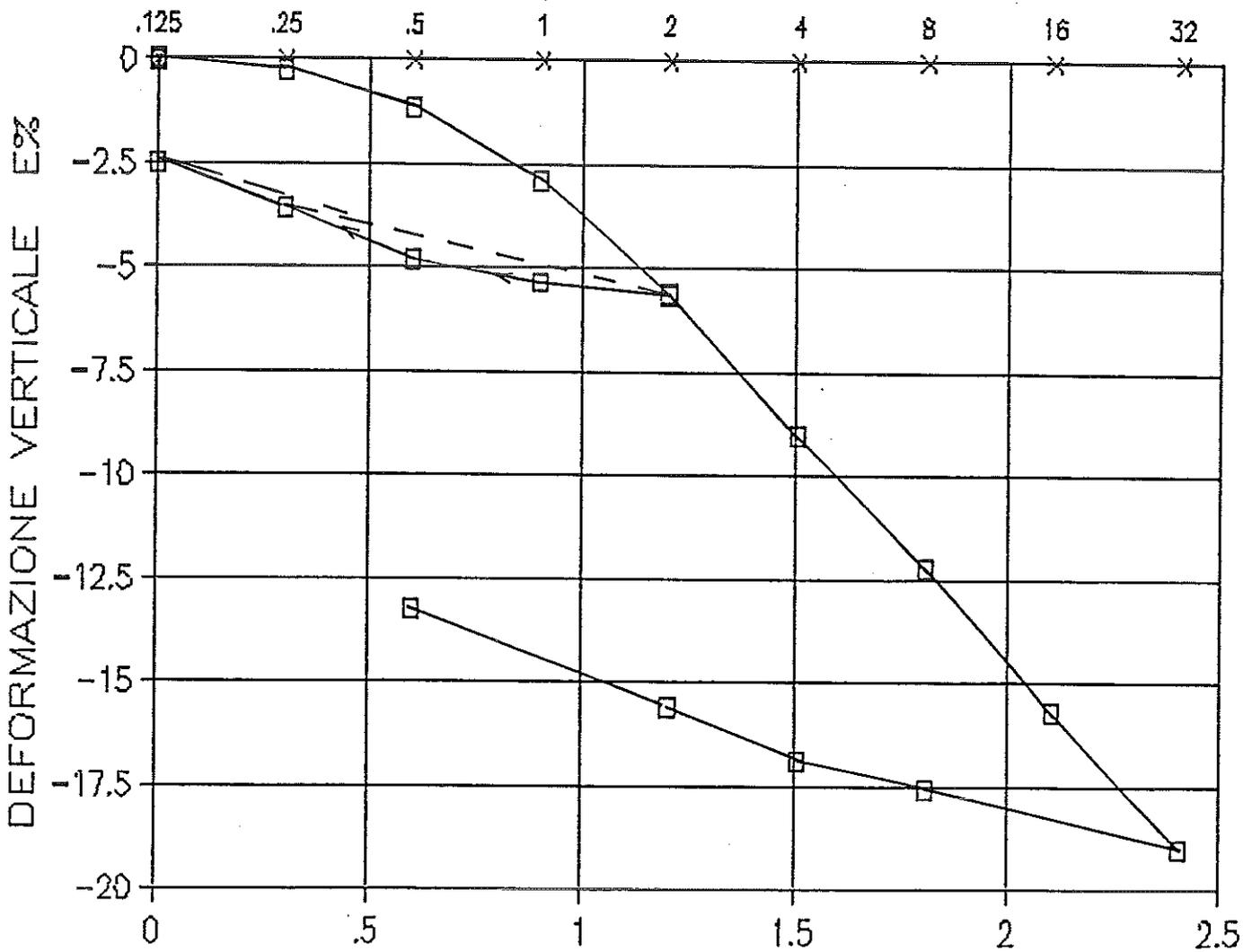
CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 13.1000

RIGONFIAMENTO DOPO 7 gg. SATURAZIONE:1.36 mm.



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 5 saturo



COMMITTENTE: CONSORZIO BONOFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 CAMPIONE: N° 5 (7 gg. di saturazione)
 PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 94: 248

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
.71	15"
.74	30"
.76	1'
.78	2'
.805	4'
.85	8'
.88	15'
.94	30'
.97	60'
1.04	180'
1.07	330'
1.12	1440'

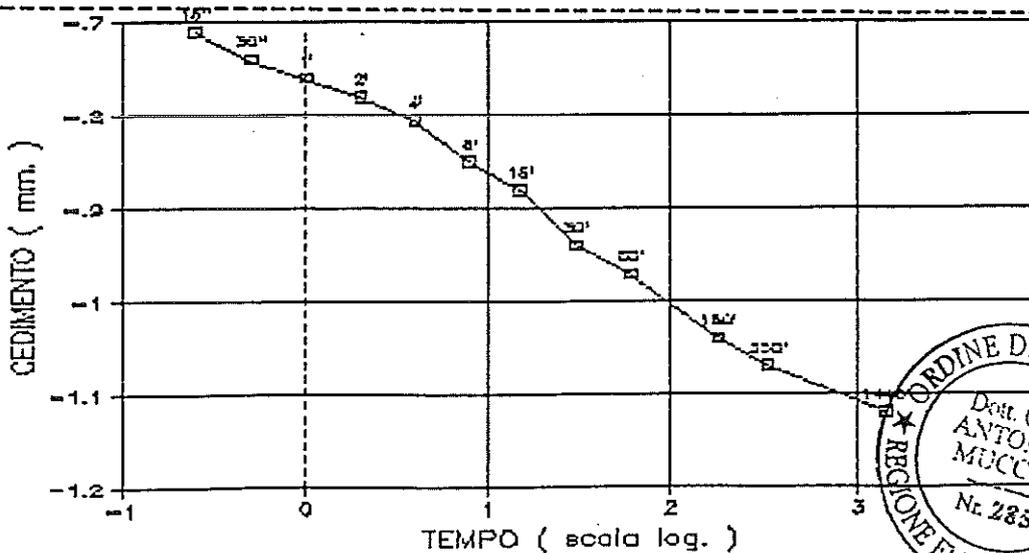
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 480 sec.

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0282 cmq/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 3.65 * E10⁻⁴ cmq/sec

PERMEABILITA': 1.02 * 10E-8 cm/sec



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA

Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P. IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
CAMPIONE: 5 SATURO 7 gg.
PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 258

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
1.37	30"
1.385	1'
1.39	2'
1.41	4'
1.445	8'
1.48	15'
1.54	30'
1.67	95'
1.74	200'
1.78	500'
1.81	1440'

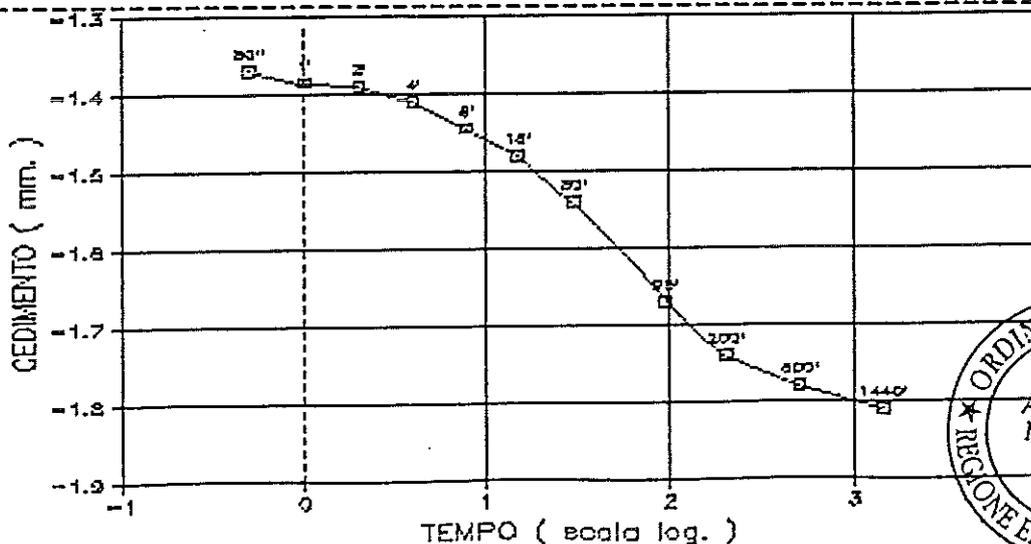
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 1800

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0183 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 9.05*10E-5 cm²/sec

PERMEABILITA': 1.65 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 13.8.93
 CANTIERE: Cava Roncobotto Prot. lab. geotecnica 94:260

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 7 Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cmq)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cmq)	mv (cmq/Kg)
.13	.02	.10	.489	.0656	.0442
.25	.13	.65	.481	.0268	.0182
.50	.22	1.10	.475	.0268	.0183
1.00	.40	2.00	.461	.0157	.0108
2.00	.61	3.05	.445	.0089	.0062
1.00	.49	2.45	.454	.0268	.0184
.50	.31	1.55	.468	.0030	.0020
.25	.30	1.50	.469	.0030	.0020
.13	.30	1.48	.469	.0169	.0116
2.00	.72	3.60	.437	.0078	.0055
4.00	.93	4.65	.422	.0084	.0060
8.00	1.38	6.90	.388	.0054	.0040
16.00	1.96	9.80	.345	.0037	.0028
32.00	2.75	13.75	.286		
8.00	2.35	11.75	.316		
4.00	2.24	11.20	.324		
2.00	2.11	10.55	.334		
.50	1.71	8.55	.363		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 94% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0680

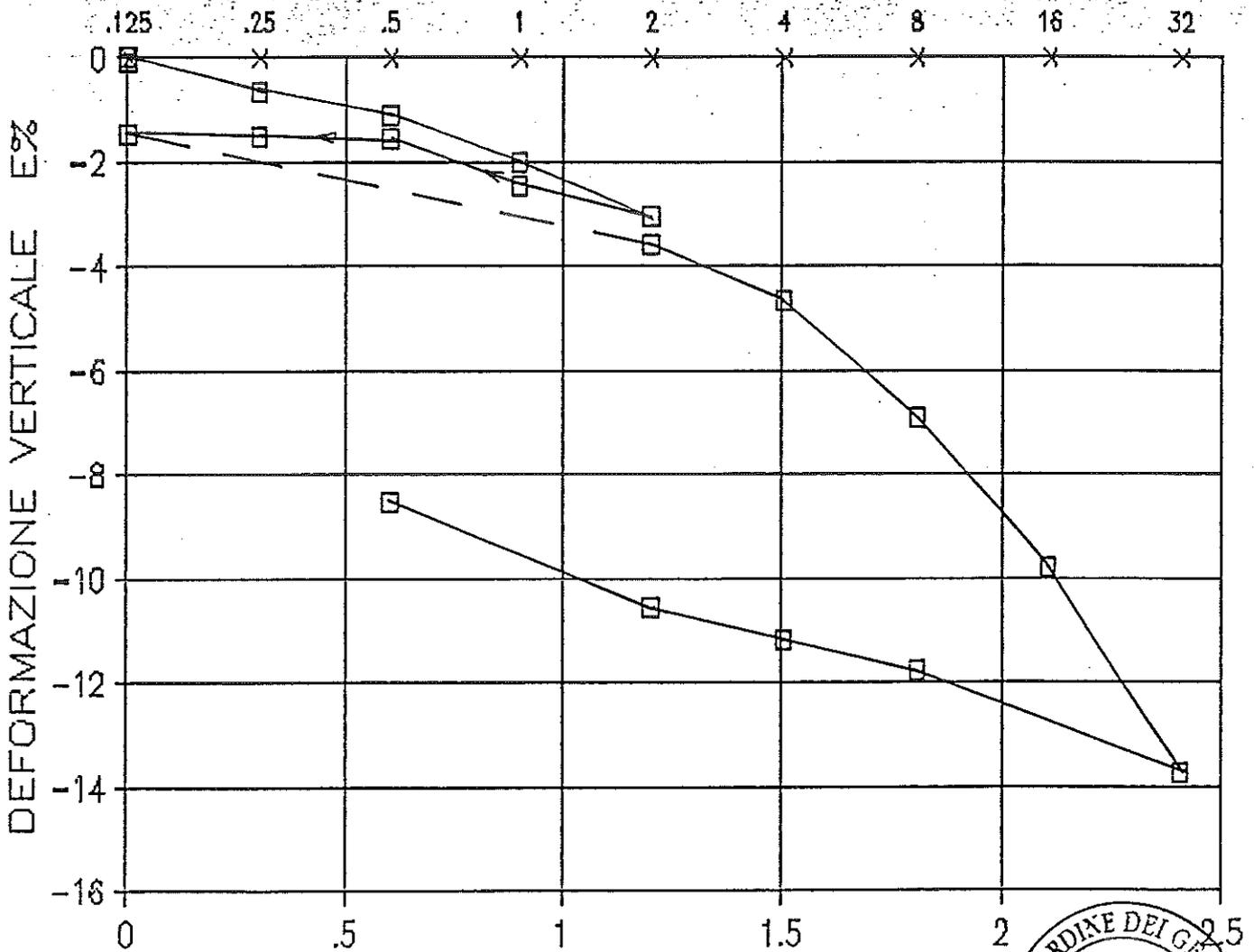
PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8150

CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 13.9000



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 7



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
CAMPIONE: 7
PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 254

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.43	30"
.435	1'
.44	2'
.445	4'
.45	8'
.46	15'
.465	30'
.47	60'
.475	120'
.48	360'
.482	540'
.485	1440'

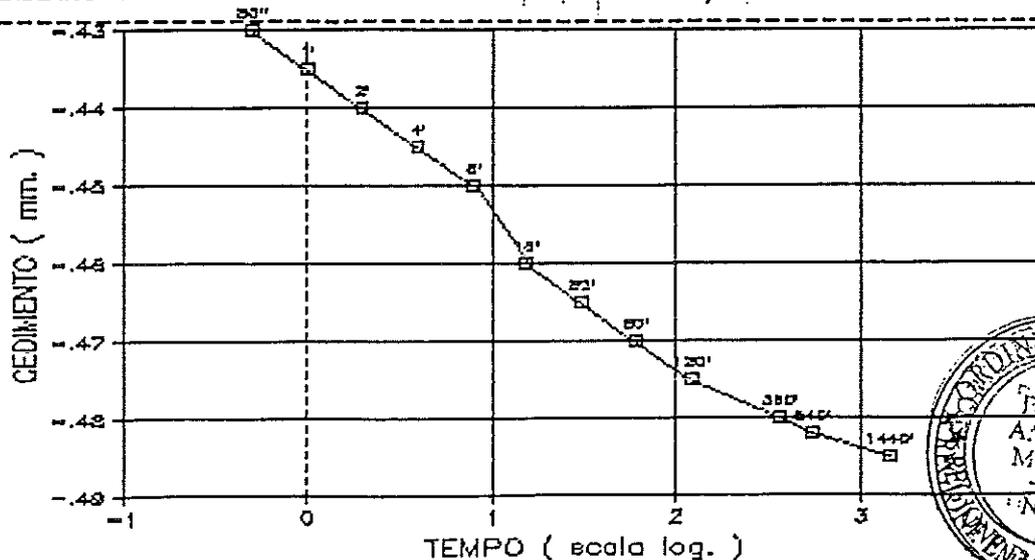
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 230 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0108 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 8.15*10E-4

PERMEABILITA': 8.8 * 10E-9 cm/sec



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534460389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
CAMPIONE: 7
PROT. LABORATORIO GEOTECNICA 94: 251

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0	15"
.81	30"
.815	1'
.82	2'
.825	4'
.83	8'
.84	15'
.85	30'
.86	60'
.865	120'
.87	360'
.875	540'
.88	1440'

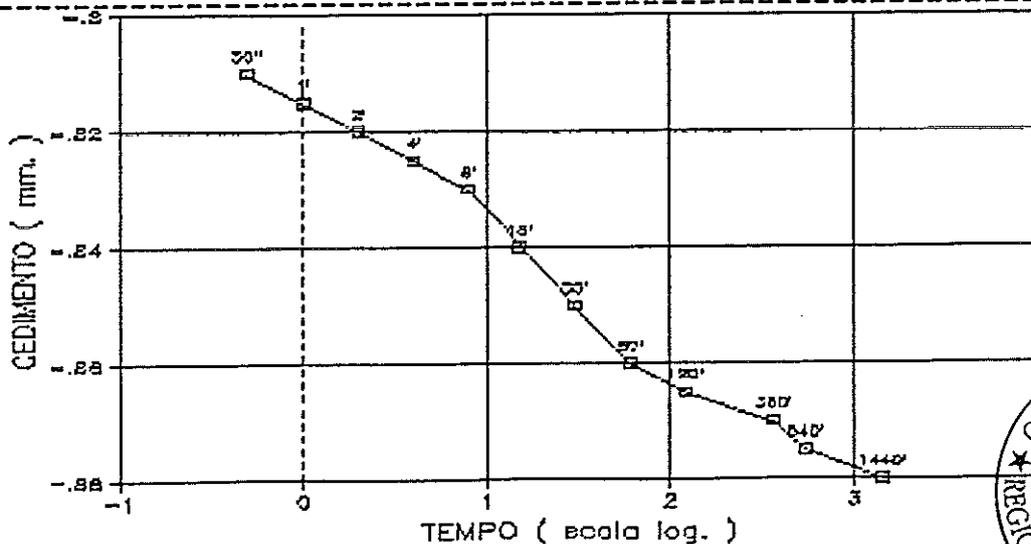
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 600 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': .0055 cm²/Kg

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 3*10E-4

PERMEABILITA': 1.65 * 10E-9 cm/sec



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE : Cons. Bon. RENO PALATA DATA: 4.10.94
 CANTIERE: Cava Roncobotto Prot. lab. geotecnica 94:329

SONDAGGIO - CAMPIONE N. 7 SAT Prof.mt.: -

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Dp(Kg/cm ^q)	DH(mm)	E %	e°	av (Kg/cm ^q)	mv (cm ^q /Kg)
.13	.04	.20	.507	.0242	.0160
.25	.08	.40	.504	.0362	.0242
.50	.20	1.00	.495	.0725	.0491
1.00	.68	3.40	.459	.0453	.0315
2.00	1.28	6.40	.413	.0030	.0021
1.00	1.24	6.20	.416	.0181	.0128
.50	1.12	5.60	.425	.0483	.0338
.25	.96	4.80	.437	.0846	.0586
.13	.82	4.10	.448	.0121	.0084
2.00	1.12	5.60	.425	.0351	.0253
4.00	2.05	10.25	.355	.0183	.0139
8.00	3.02	15.10	.282	.0076	.0061
16.00	3.83	19.15	.221	.0036	.0030
32.00	4.60	23.00	.163		
8.00	4.26	21.30	.188		
4.00	4.02	20.10	.206		
2.00	3.82	19.10	.221		
.50	3.25	16.25	.265		

NATURA DEL CAMPIONE : argilla ricompattata 92% proctor rif.

PESO DI VOLUME (Y nat):t/mc : 2.0750

PESO DI VOLUME SECCO (Yd):t/mc : 1.8280

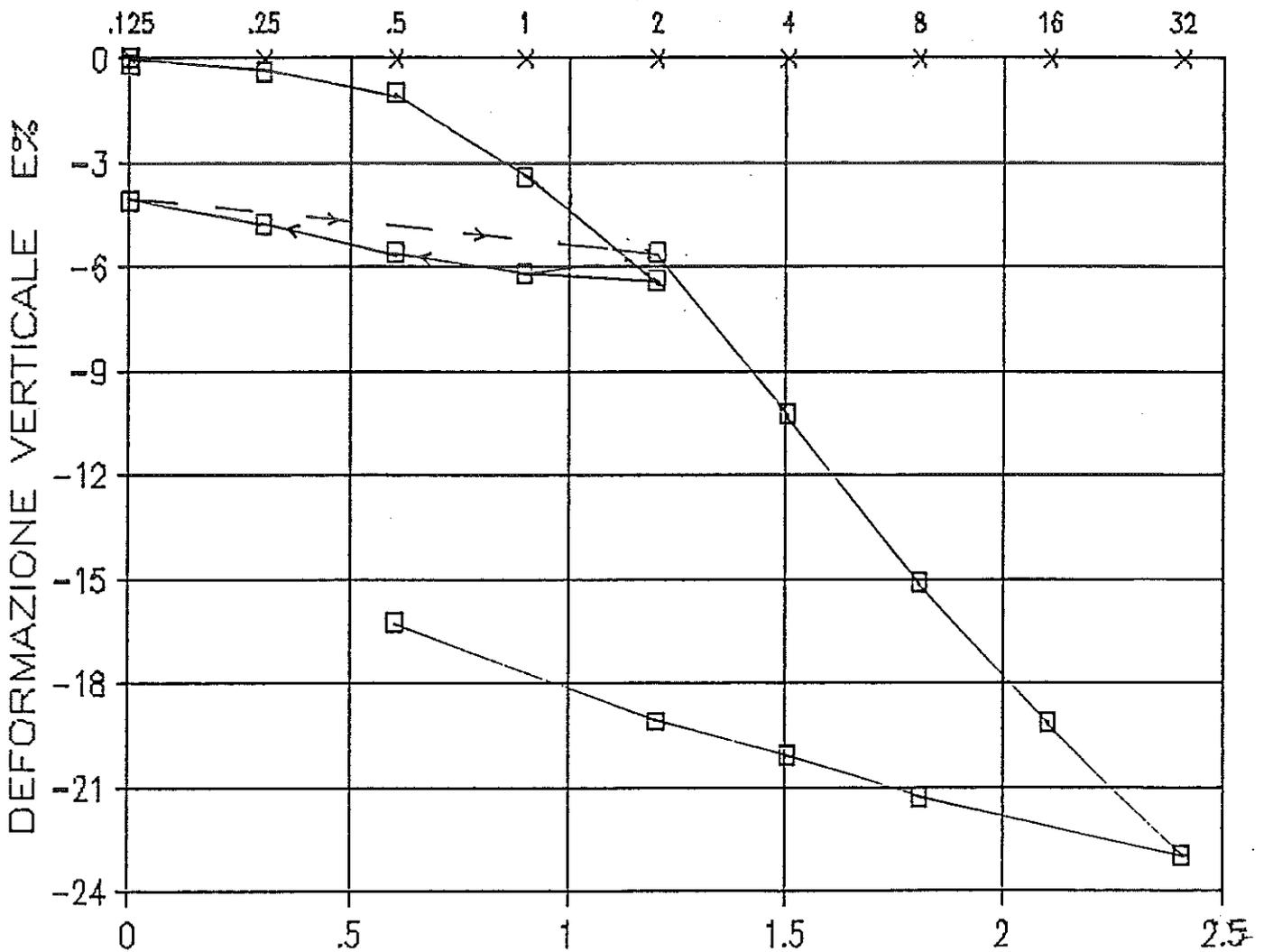
CONTENUTO D'ACQUA (W) % : 13.5000

RIGONFIAMENTO DOPO 7 gg. SATURAZIONE:1.56 mm.



INCREMENTO DI CARICO Kg/cm² (scala log p)

Campione N. 7 SATURO



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 CANTIERE: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 CAMPIONE: N° 7 (7 gg. di saturazione)
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: 341

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
0.87	15"
0.88	30"
0.89	1'
0.91	2'
0.94	4'
0.97	8'
1.02	15'
1.06	30'
1.13	60'
1.16	90'
1.23	360'
1.28	1440'

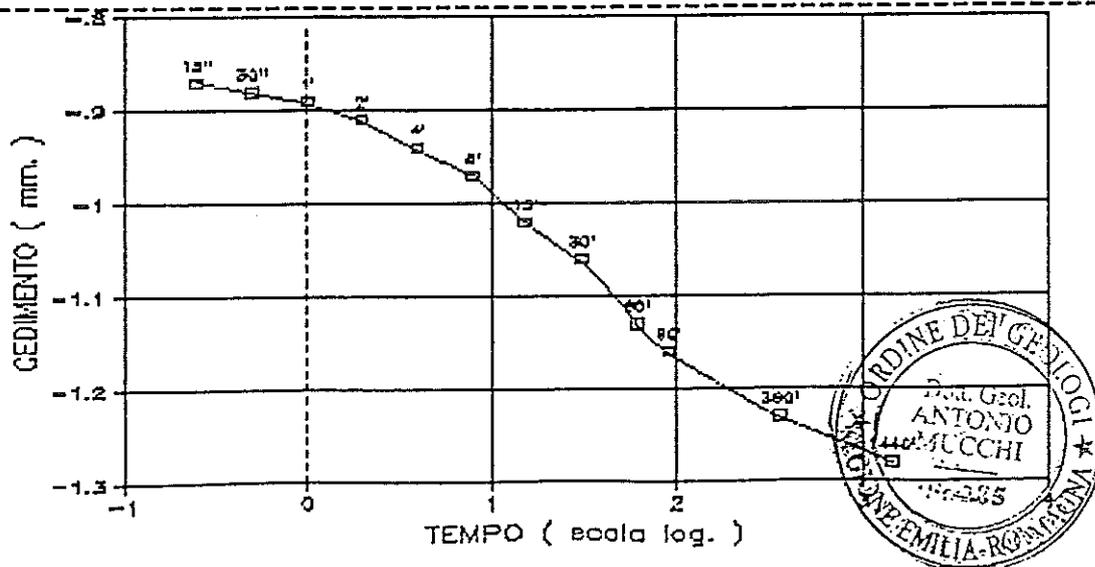
INTERVALLO DI CARICO: 1 _ 2 Kg/cm²

TEMPO t₅₀: 1080 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': . cmq/Kg.0315

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 1.6 * E10⁻⁴ cmq/sec

PERMEABILITA': 5.03 * 10E⁻⁹ cm/sec



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

COMMITTENTE: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 CANTIERE: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 CAMPIONE: **N° 7 (7 gg. di saturazione)**
 PROT.LABORATORIO GEOTECNICA 94: **342**

DETERMINAZIONE DEL COEFF. DI CONSOLIDAZIONE (CV)

CEDIMENTO (mm.)	TEMPO (sec.)
2.43	15"
2.44	30"
2.45	1'
2.47	2'
2.49	4'
2.53	8'
2.57	15'
2.63	30'
2.69	60'
2.82	360
2.88	1440

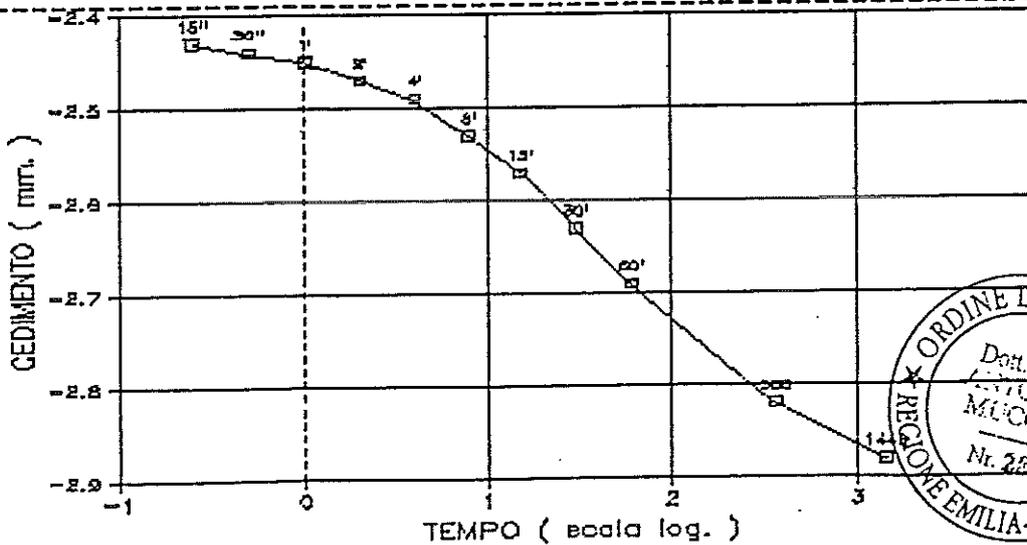
INTERVALLO DI CARICO: 2 _ 4 Kg/cmq

TEMPO t50: 1700 sec

COEFF: DI COMPRESSIBILITA': 0.0253cmq/Kg.

COEFF: DI CONSOLIDAZIONE: 8.5*E10-5 cmq/sec

PERMEABILITA': 2.14 * 10E-9 cm/sec



PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. - C.U. - U.U.

- Modalità esecutive

- Allegati dei risultati ottenuti

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

La prova di taglio diretto consente di determinare in corrispondenza di una certa pressione verticale applicata la resistenza al taglio di un campione di terra coerente o incoerente, lungo il piano orizzontale mediano.

Tale prova che generalmente viene effettuata in condizioni drenate, trova utili applicazioni laddove si ritenga possibile la rottura del terreno secondo piani di scorrimento predeterminati.

La prova, come già accennato, può essere condotta su campioni di terra indisturbati o ricostituiti in laboratorio. I primi, generalmente di natura coesiva, vanno sagomati in modo tale da inserirsi perfettamente nella scatola di taglio; gli altri, di natura generalmente granulare, vengono preparati con un grado di addensamento prefissato. La scatola di taglio è composta di due parti distinte e separabili. Durante la preparazione del provino le due parti vengono rese rigidamente solidali, con due viti, poste simmetricamente rispetto al centro della scatola. La scatola viene quindi posta sull'apparecchio di prova, e sul provino viene applicato istantaneamente il carico verticale di consolidazione. Si segue lo sviluppo dell'abbassamento nel tempo del provino, fino al completo esaurimento della consolidazione primaria: tale tempo è ridotto nei terreni granulari, mentre risulta assai lungo nei terreni coesivi.

Ultimata la consolidazione e prima di iniziare la fase di taglio, si procede allo sbloccaggio ed al distanziamento, in senso verticale (1 mm), delle due parti costituenti la scatola di contenimento del campione.

Azzerato il micrometro per la misura degli spostamenti orizzontali e sistemato l'anello dinamometrico del contrasto, viene iniziato lo scorrimento relativo tra le due parti della scatola a velocità controllata.

L'anello dinamometrico consente in ogni istante della prova di determinare la forza resistente che si sviluppa lungo il piano di scorrimento mediano del campione.

Questa procedura viene eseguita su tre provini dello stesso campione, variando solo la pressione verticale di consolidazione in ordine crescente.

I valori rilevati di pressione verticale e sforzo di taglio per ciascun provino consentono di tracciare sul piano di M_{hor} la retta involuppo di rottura e determinare conseguentemente l'angolo di attrito interno.

APPARECCHIATURA DI PROVA

per l'esecuzione della prova è necessario disporre di :

- una scatola di taglio completa (scatola di Casagrande)
- un dispositivo per l'applicazione del carico verticale e per il suo mantenimento nel tempo
- un contrasto orizzontale munito di anello dinamometrico
- micrometri per la registrazione degli abbassamenti verticali e delle traslazioni orizzontali (sensibilità 0.01 mm)
- apparecchiatura completa per la determinazione del contenuto d'acqua

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

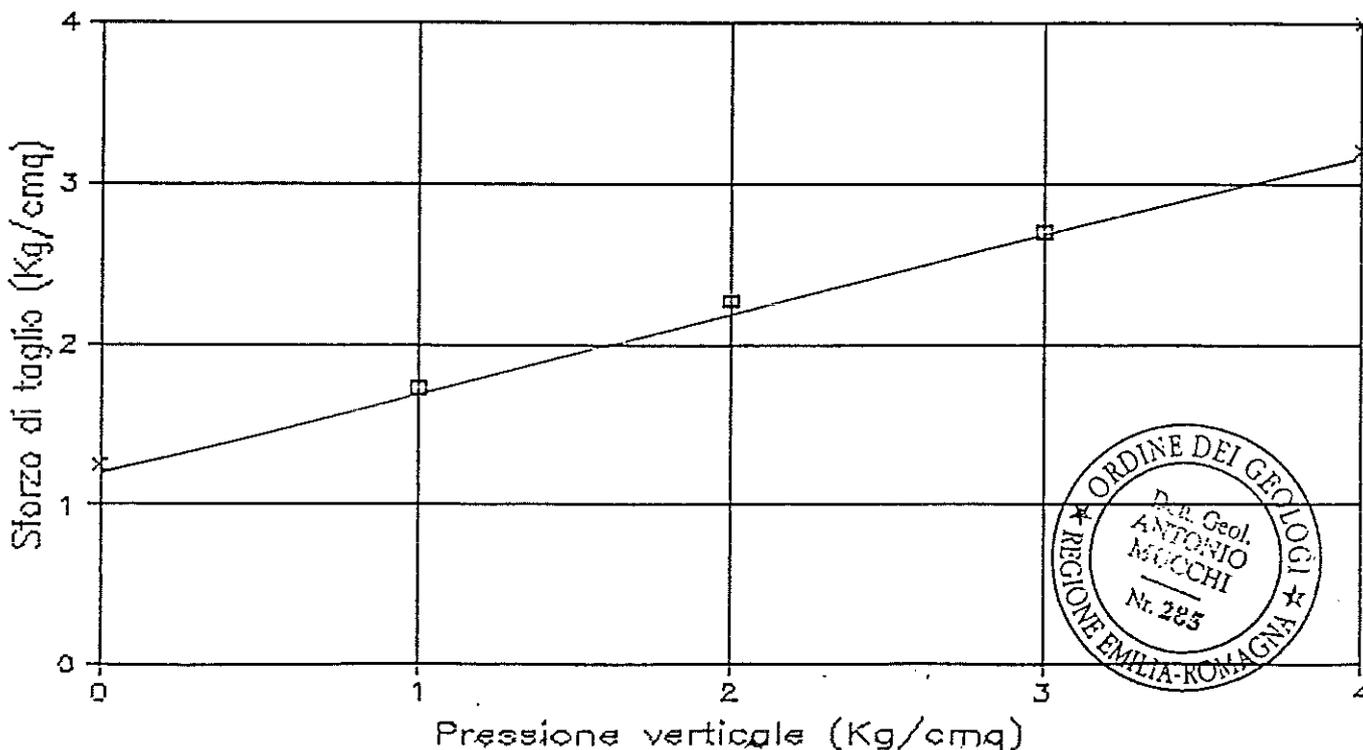
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 Data: 13.9.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:245

Sondaggio Campione 1 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: consolidata drenata
 Vel. di deform.: .015 mm/min
 Cont. in acqua: 15.00 %
 Peso in volume: 2.12 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 96 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.723
2	2	2.271
3	3	2.701

COESIONE	1.25 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	26.06°
----------	---------------	-------------------	--------



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

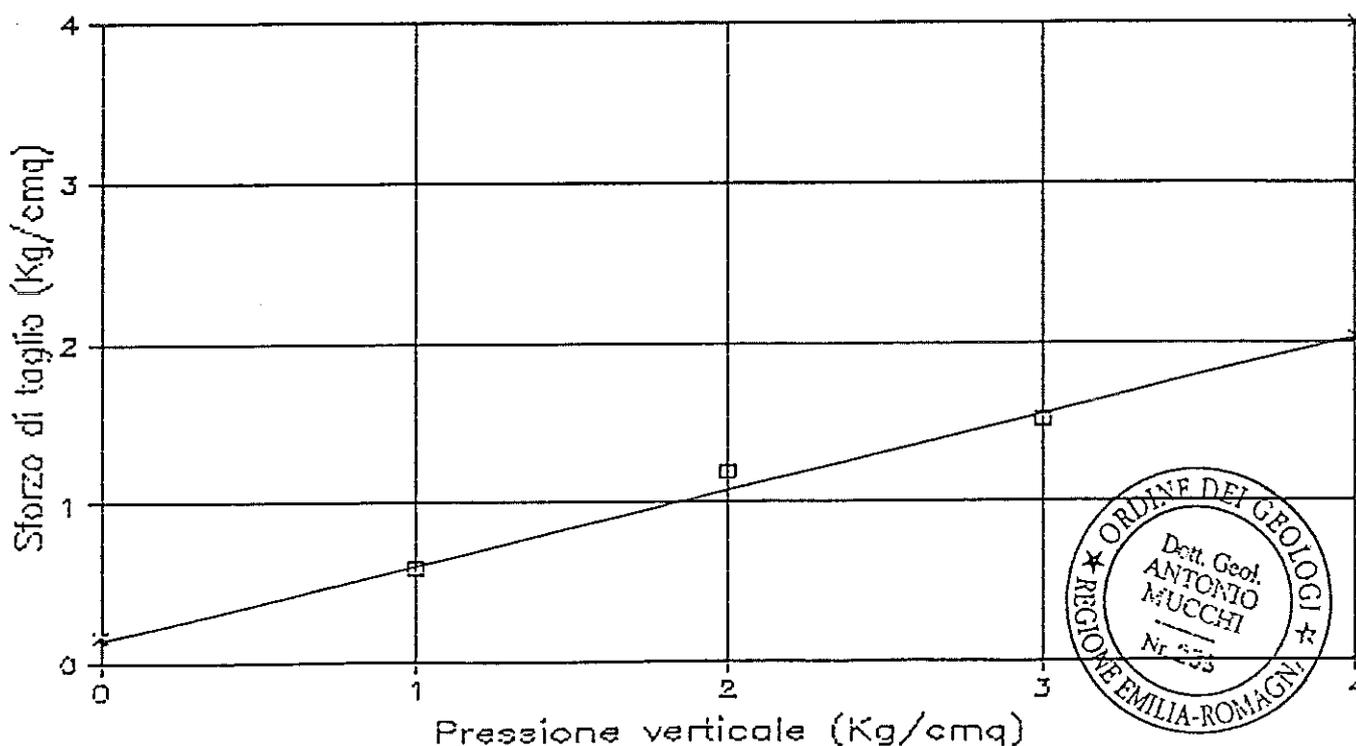
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data: 19.9.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:259

Sondaggio Campionel SATURO Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata drenata
Vel. di deform.: .015 mm/min
Cont. in acqua: 15.00 %
Peso in volume: 2.12 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 96 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.588
2	2	1.196
3	3	1.520

COESIONE .17(Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 24.99°



ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc. MCC NTN 5460426301 - P.IVA 00554440369

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

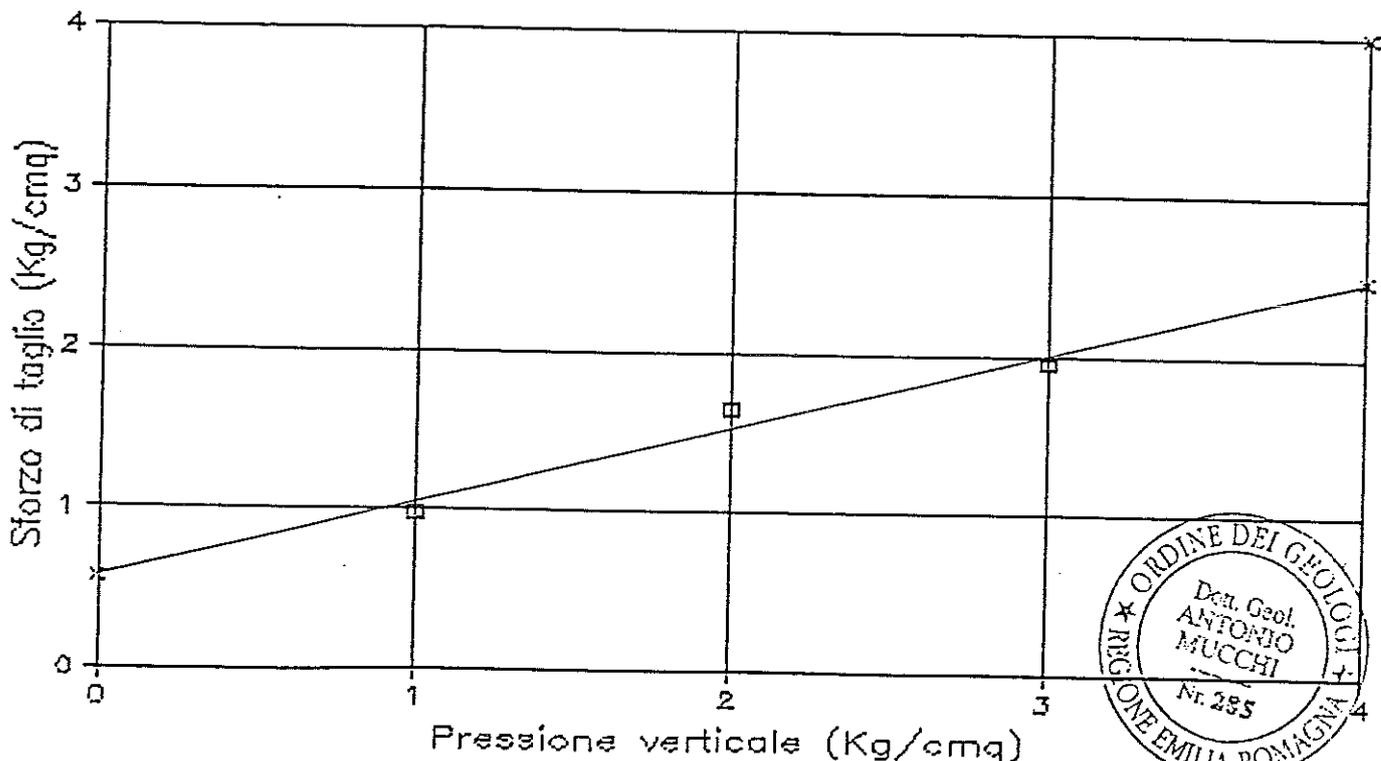
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data: 5.10.94 Prot. Lab. Geotecnica 94 N:330

Sondaggio Campione 1 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .05 mm/min
Cont. in acqua: 14.90 %
Peso in volume: 2.12 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 97 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.985
2	2	1.642
3	3	1.946

COESIONE .56 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 25.66°



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P. IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

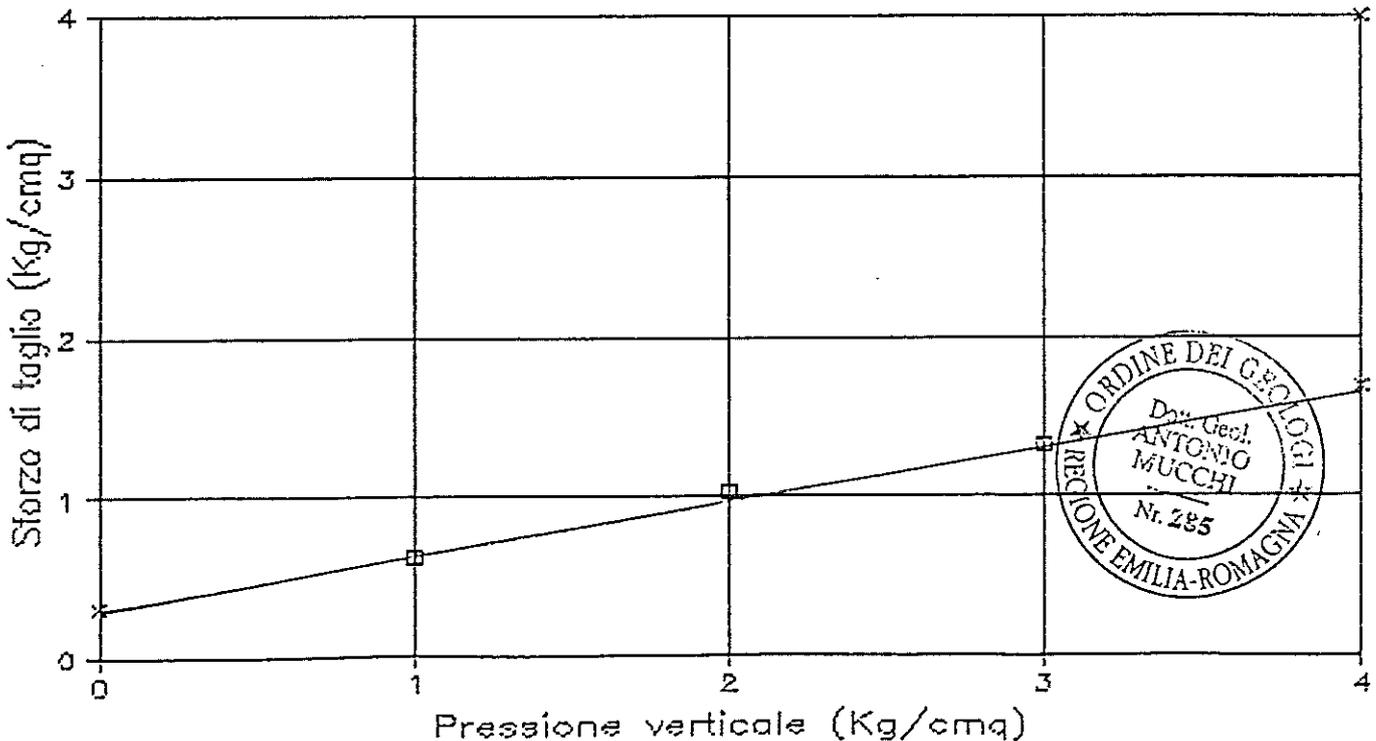
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data: 5.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:333

Sondaggio Campione1 SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .05 mm/min
Cont. in acqua: 15.20 %
Peso in volume: 2.01 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 92 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cm ²)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cm ²)
1	1	.628
2	2	1.034
3	3	1.318

COESIONE .30 (Kg/cm²) ANGOLO DI ATTRITO 19.03°



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO
 Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

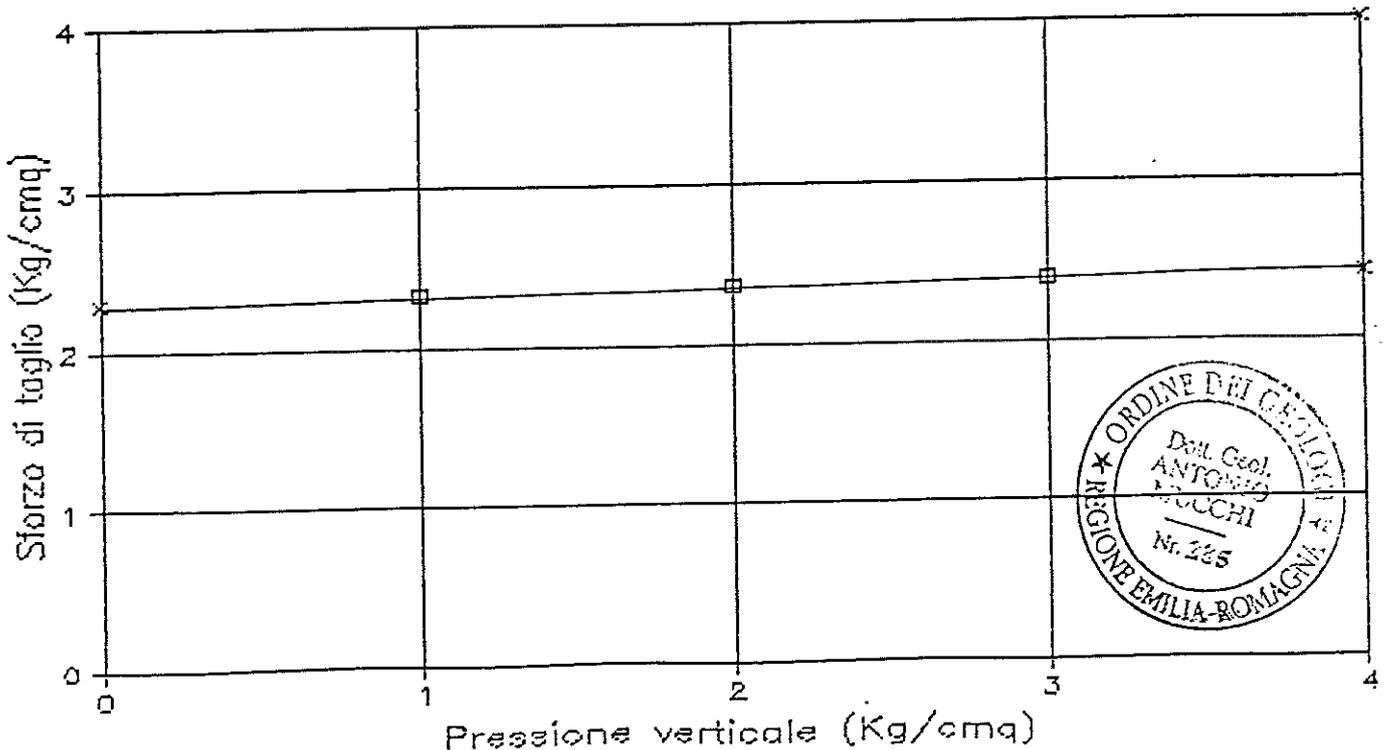
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:347

Sondaggio Campione 1 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: .5 mm/min
 Cont. in acqua: 15.20 %
 Peso in volume: 2.13 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 97 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	2.325
2	2	2.356
3	3	2.389

COESIONE	2.29 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	1.83°
----------	---------------	-------------------	-------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P. IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

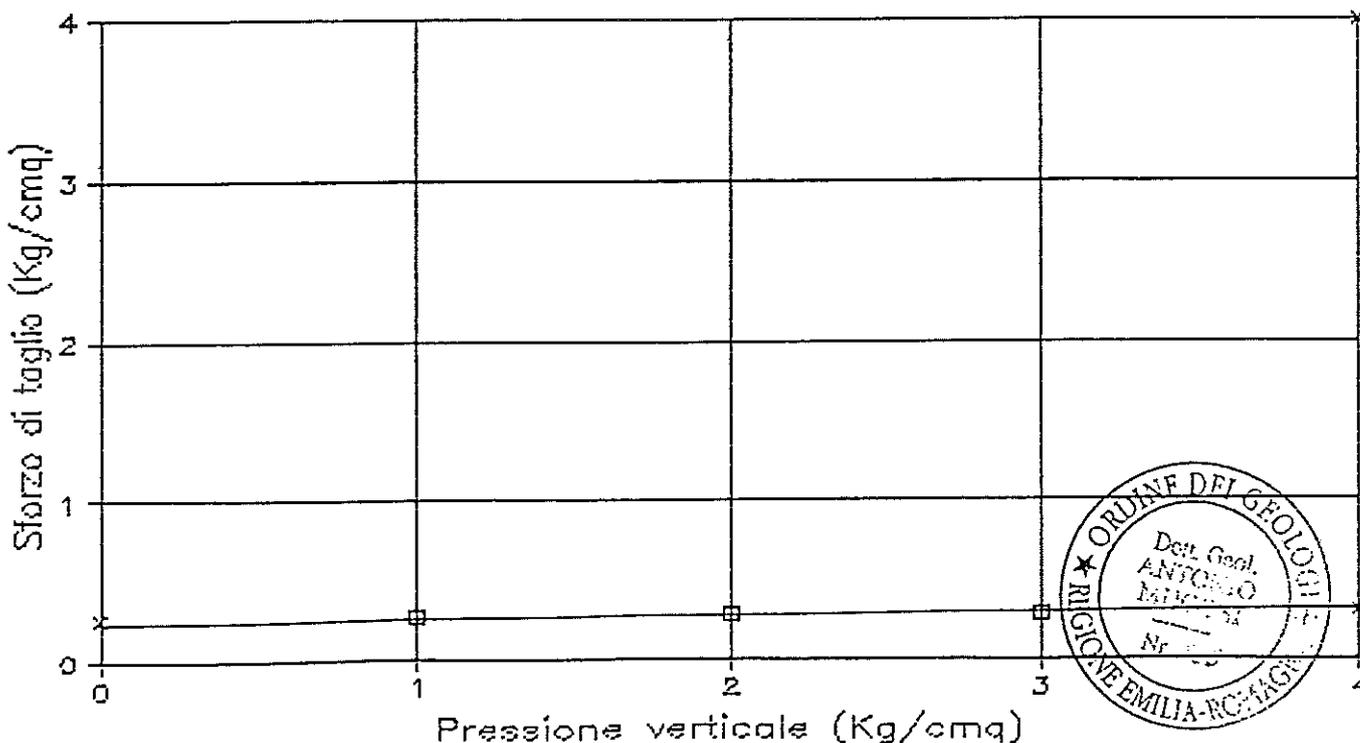
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:346

Sondaggio Campionel SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: .5 mm/min
 Cont. in acqua: 15.00 %
 Peso in volume: 2.12 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 96 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.265
2	2	.285
3	3	.291

COESIONE	.25 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	.74°
----------	--------------	-------------------	------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480399

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

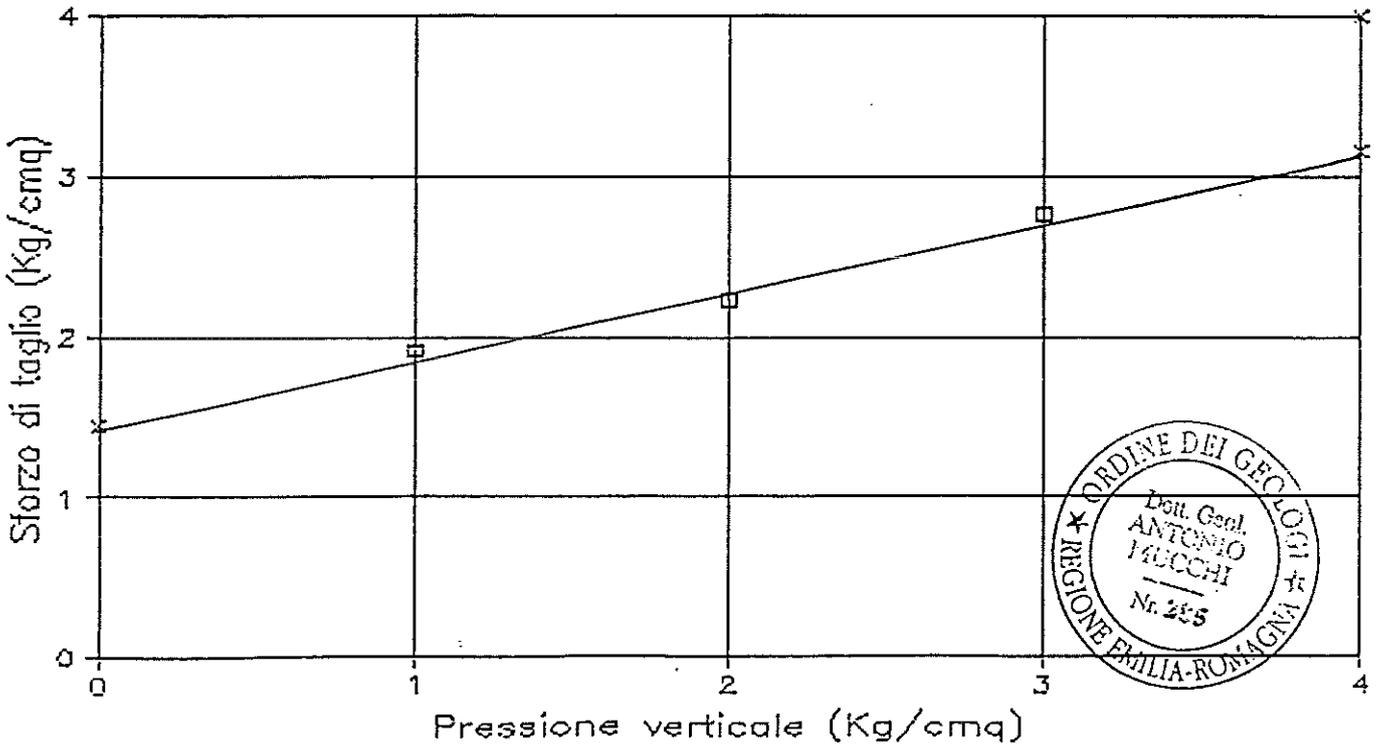
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 Data: 13.9.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:246

Sondaggio Campione 2 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: consolidata drenata
 Vel. di deform.: .015 mm/min
 Cont. in acqua: 14.80 %
 Peso in volume: 2.15 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 97 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.911
2	2	2.229
3	3	2.766

COESIONE 1.45(Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 23.15°



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: AICC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

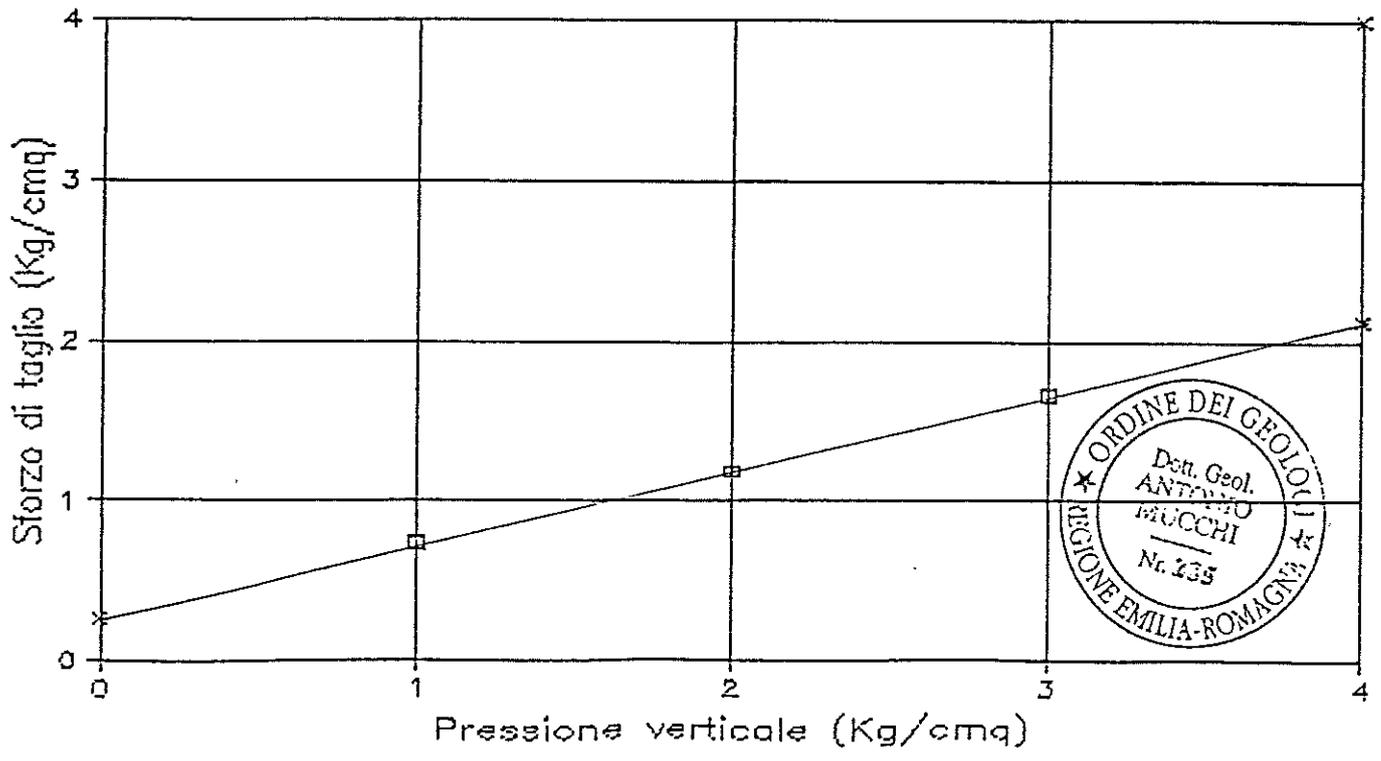
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
 Data: 5.10.94 Prot. Lab. Geotecnica 94 N:334

Sondaggio Campione 2.5A Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: consolidata drenata
 Vel. di deform.: .015 mm/min
 Cont. in acqua: 14.80 %
 Peso in volume: 2.02 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 92 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.735
2	2	1.184
3	3	1.666

COESIONE	.26 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	24.96°
----------	--------------	-------------------	--------



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480399

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

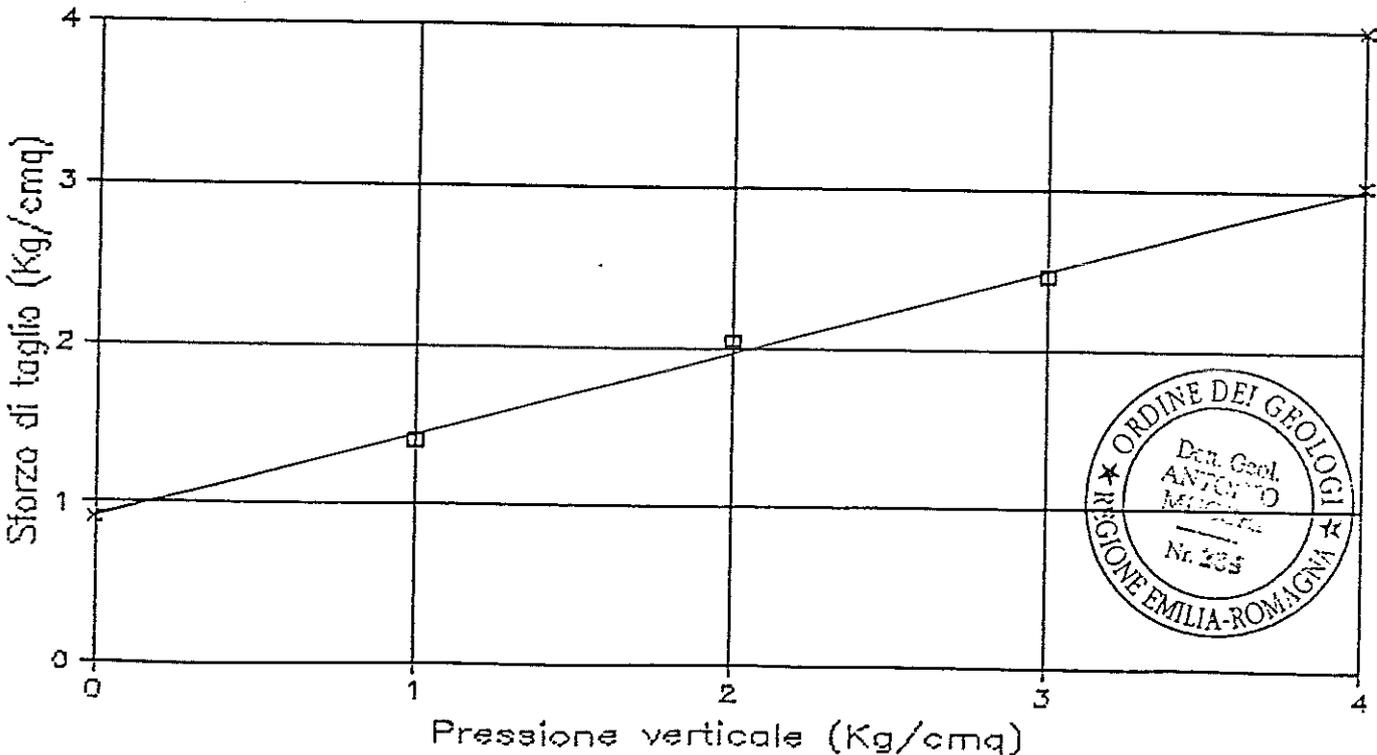
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data: 5.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:331

Sondaggio Campione 2 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .05 mm/min
Cont. in acqua: 15.00 %
Peso in volume: 2.08 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 95 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.399
2	2	2.041
3	3	2.458

COESIONE .91 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 27.90°



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO
 Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

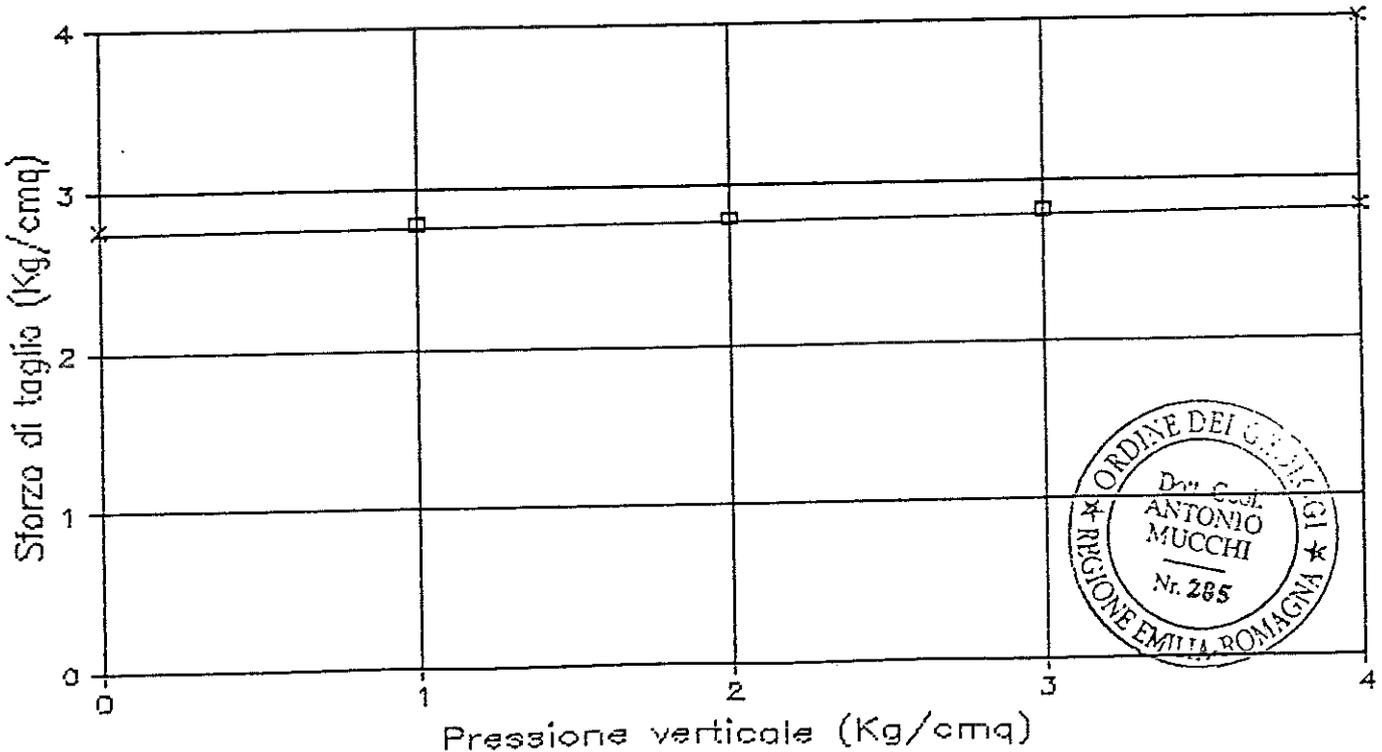
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:351

Sondaggio **Campione5** Profondità (m) da **a**

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: .5 mm/min
 Cont. in acqua: 15.60 %
 Peso in volume: 2.14 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 92 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	2.781
2	2	2.786
3	3	2.811

COESIONE **2.76 (Kg/cmq)** ANGOLO DI ATTRITO **.86°**



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

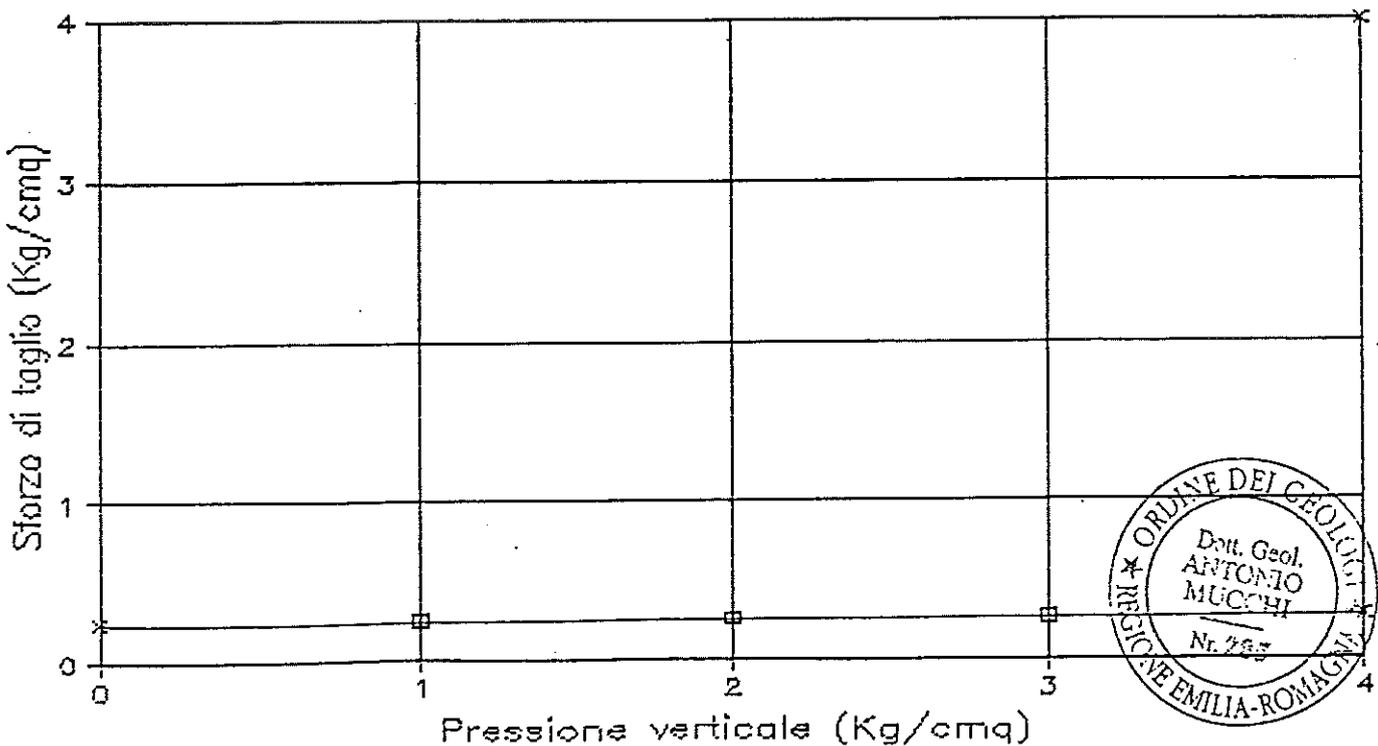
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Cantiere: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 Data: 7.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:349

Sondaggio Campione5 SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: .5 mm/min
 Cont. in acqua: 15.80 %
 Peso in volume: 2.14 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 92 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.256
2	2	.264
3	3	.275

COESIONE	.25 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	.54°
----------	--------------	-------------------	------



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

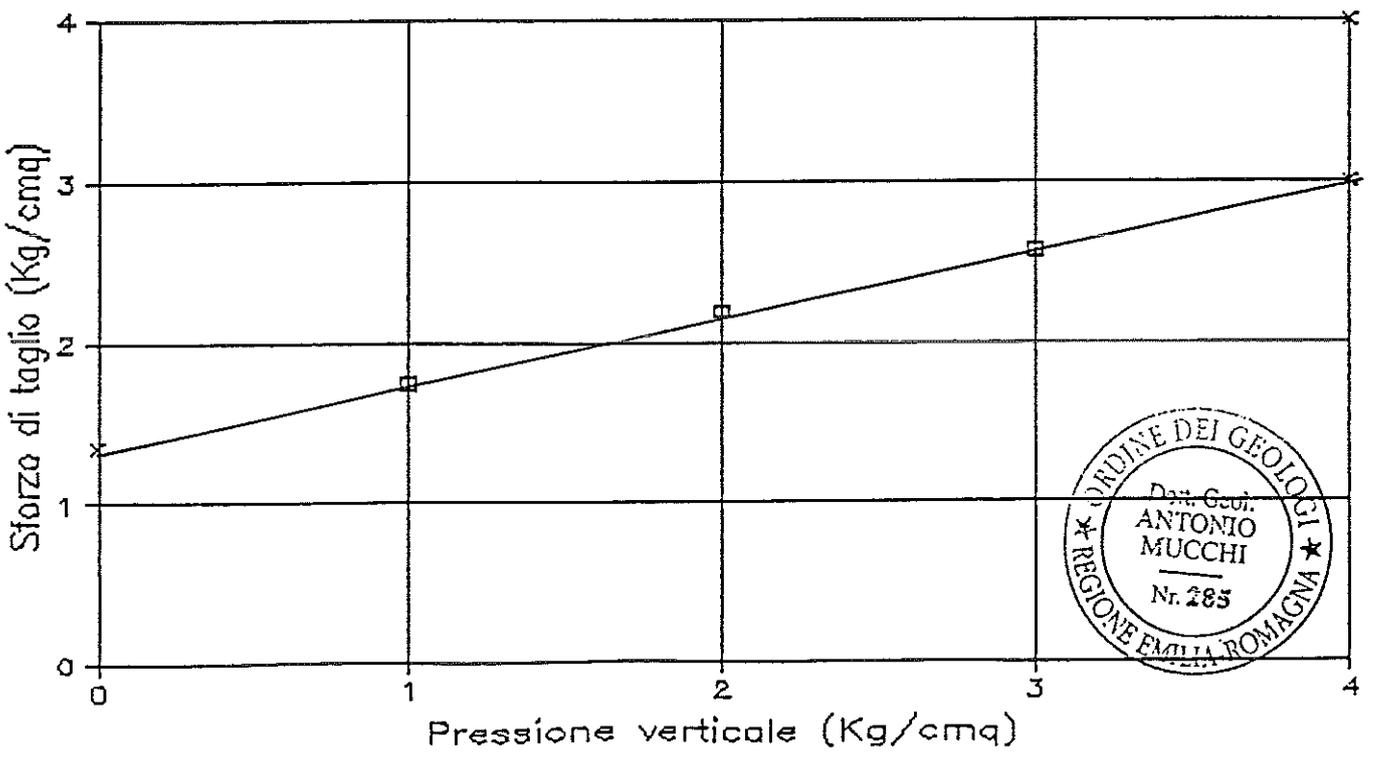
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CACA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **11.4.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:234

Sondaggio Campione 7 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: consolidata drenata
 Vel. di deform.: .015 mm/min
 Cont. in acqua: 16.80 %
 Peso in volume: 2.17 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 93% proctor rif.

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.743
2	2	2.189
3	3	2.569

COESIONE 1.34 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 22.44°



— DOTT. GEOL. —
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54804 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

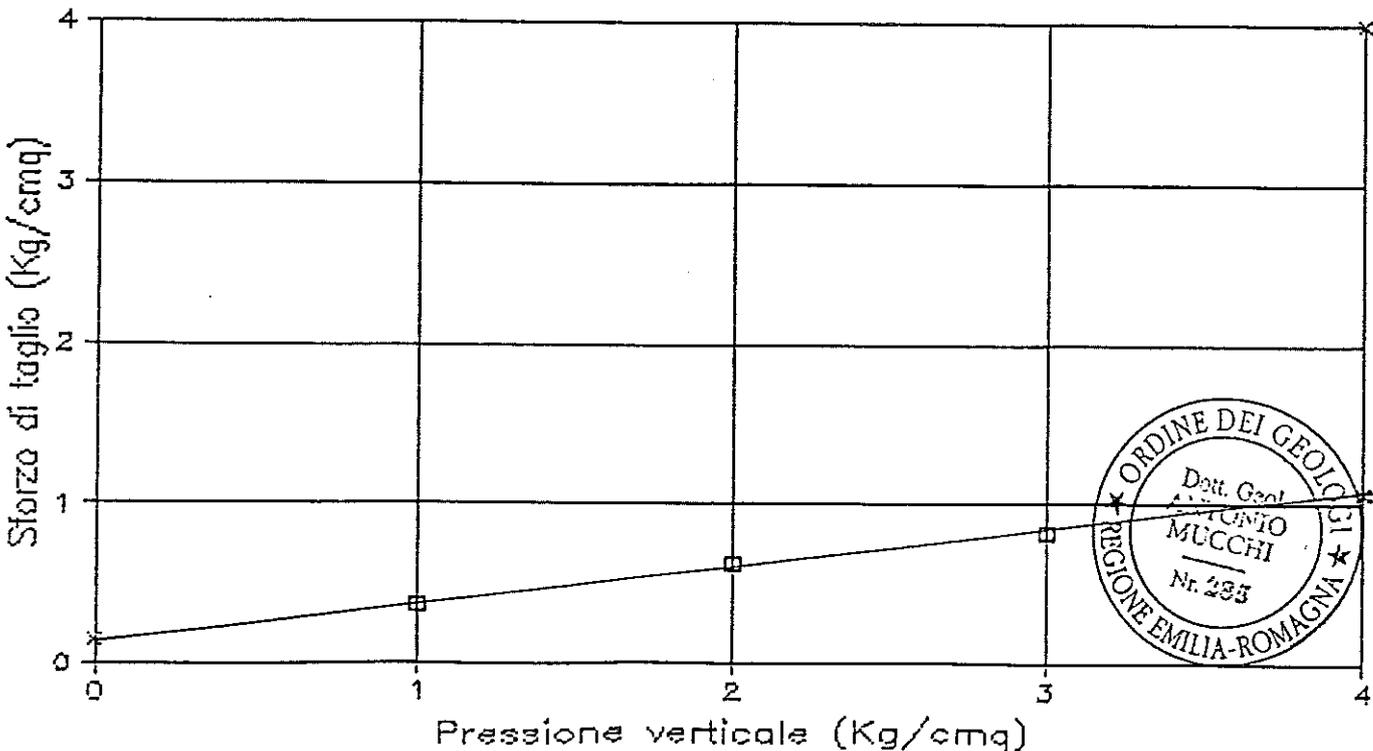
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **5.10.94** Prot. Lab. Geotecnica 94 N:336

Sondaggio: **Campione7 SAT** Profondità (m) da **a**

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: **consolidata drenata**
 Vel. di deform.: **.015** mm/min
 Cont. in acqua: **15.30 %**
 Peso in volume: **2.09 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 91 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.365
2	2	.623
3	3	.826

COESIONE	.14 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	12.98°
----------	--------------	-------------------	--------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

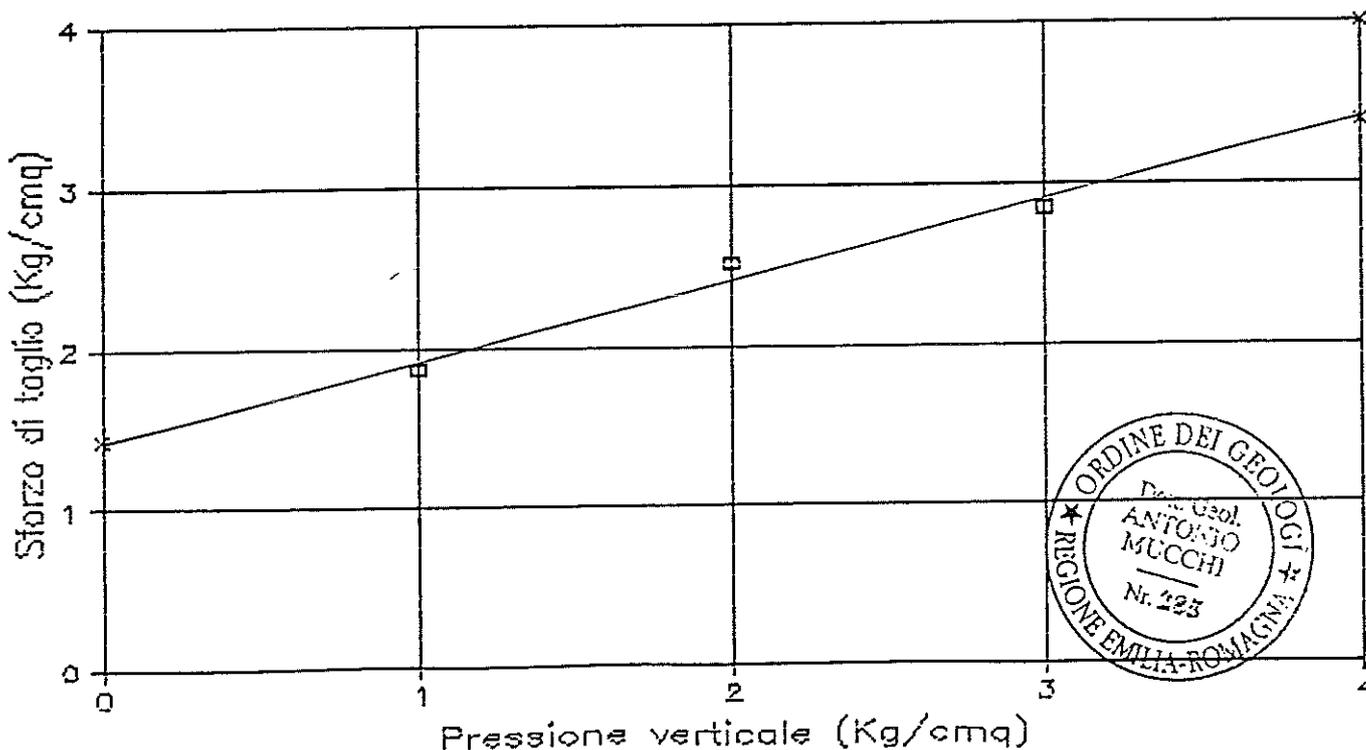
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
Data: 5.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:339

Sondaggio Campione 7 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .0 5 mm/min
Cont. in acqua: 15.50 %
Peso in volume: 2.19 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 94 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.865
2	2	2.511
3	3	2.845

COESIONE 1.43 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 26.10°



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

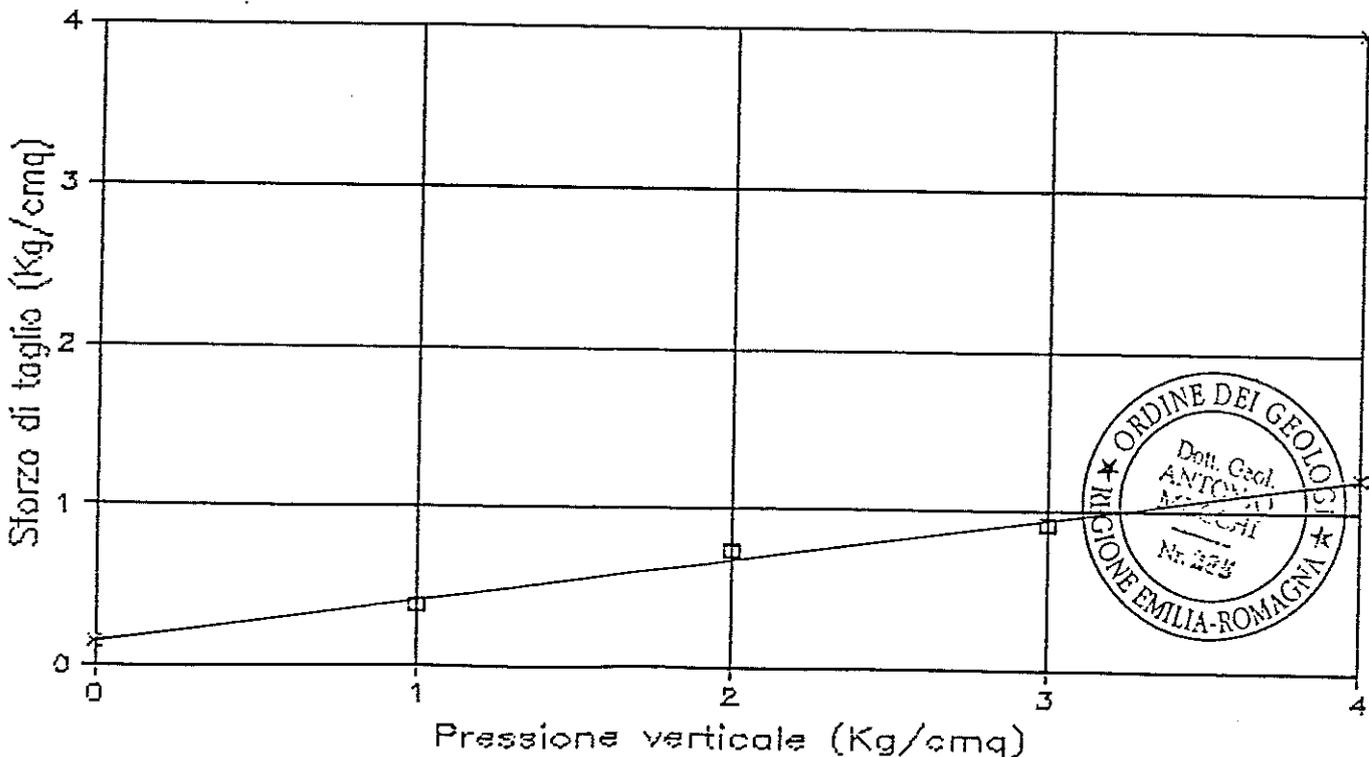
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
Data: 5.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:337

Sondaggio Campione 7 SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .0.5 mm/min
Cont. in acqua: 15.50 %
Peso in volume: 2.11 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 91 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.385
2	2	.745
3	3	.922

COESIONE .15 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 15.03°



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

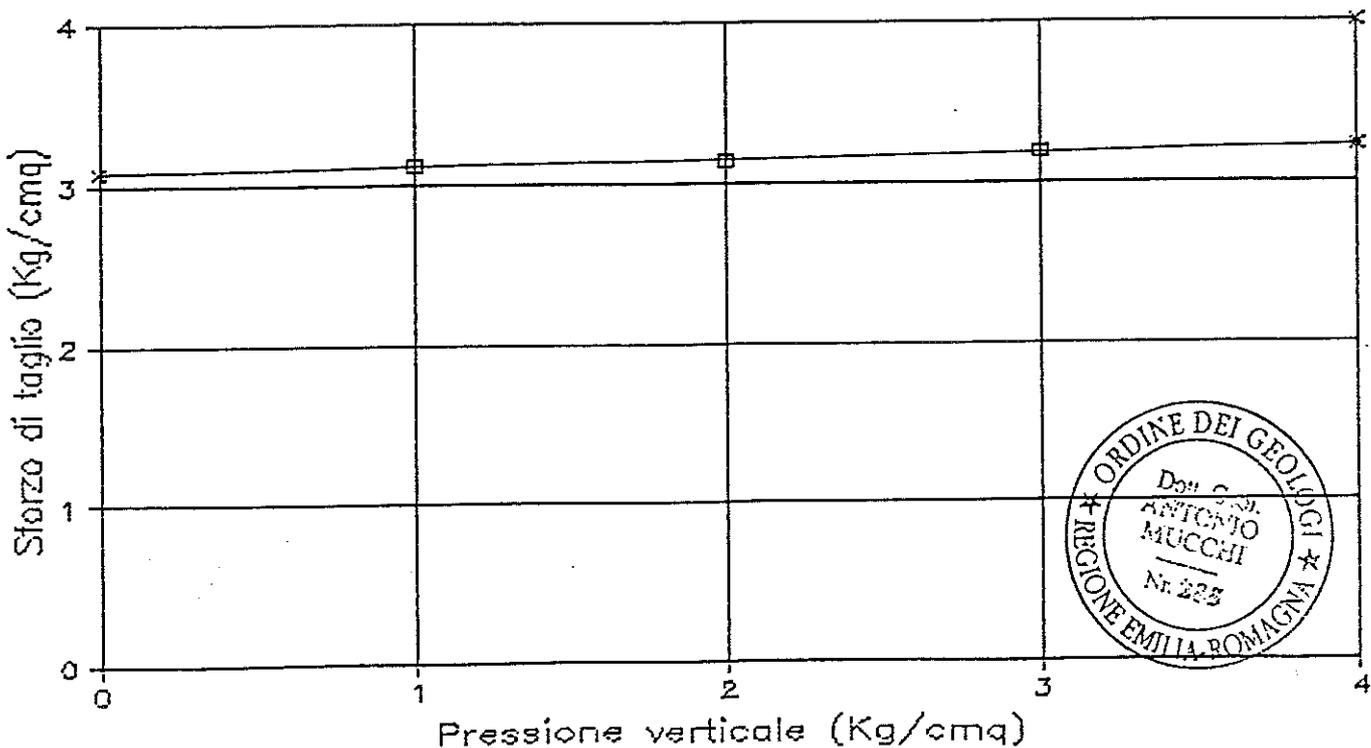
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica **94 N:352**

Sondaggio _____ Campione **7** Profondità (m) da _____ a _____

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: **.5** mm/min
 Cont. in acqua: **15.60 %**
 Peso in volume: **2.14 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 92 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cm ²)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cm ²)
1	1	3.125
2	2	3.134
3	3	3.194

COESIONE	3.08 (Kg/cm²)	ANGOLO DI ATTRITO	1.98°
----------	---------------------------------	-------------------	--------------



DOTT. GEOL.

ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA

Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

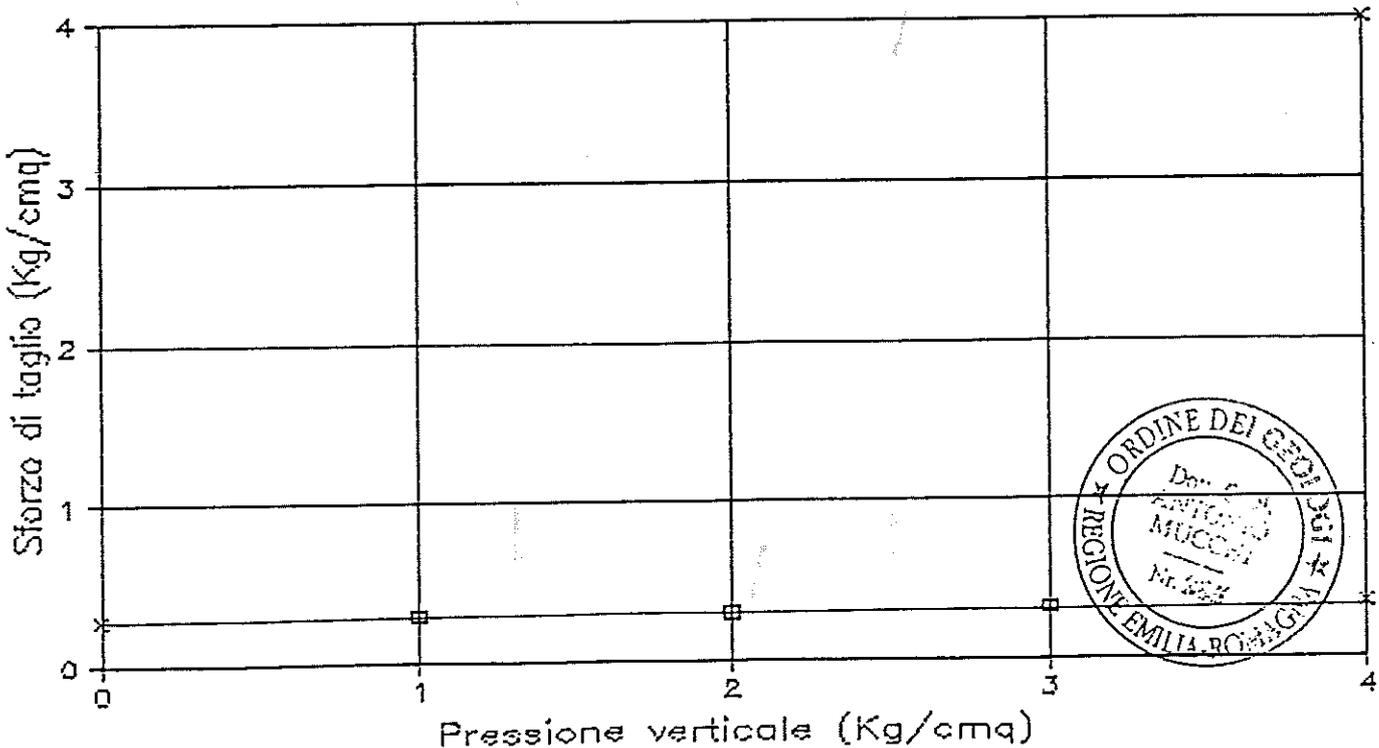
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA
Data: 7.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:350

Sondaggio Campione7 SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: non consolidata non drenata
Vel. di deform.: .5 mm/min
Cont. in acqua: 15.80 %
Peso in volume: 2.14 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 92 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.296
2	2	.305
3	3	.326

COESIONE .28 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO .86°



ANTONIO MUCCHI

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

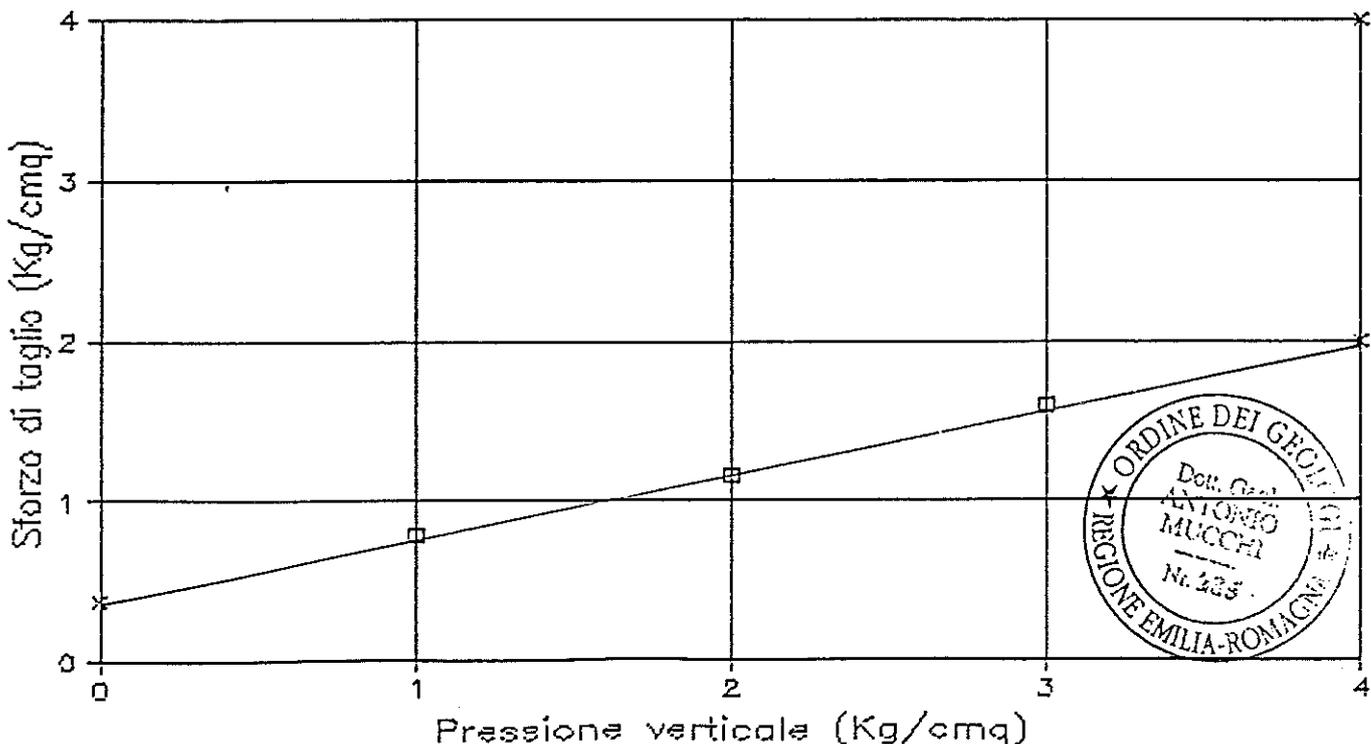
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
Cantiere: CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE
Data: 5.10.94 Prot.Lab. Geotecnica 94 N:332

Sondaggio Campione2 SAT Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
Tipo di prova: consolidata non drenata
Vel. di deform.: .05 mm/min
Cont. in acqua: 15.10 %
Peso in volume: 2.09 t/mc
Natura campione: argilla ricompattata 95 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cm ²)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cm ²)
1	1	.790
2	2	1.156
3	3	1.601

COESIONE .37 (Kg/cm²) ANGOLO DI ATTRITO 22.07°



‡

DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO
 Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

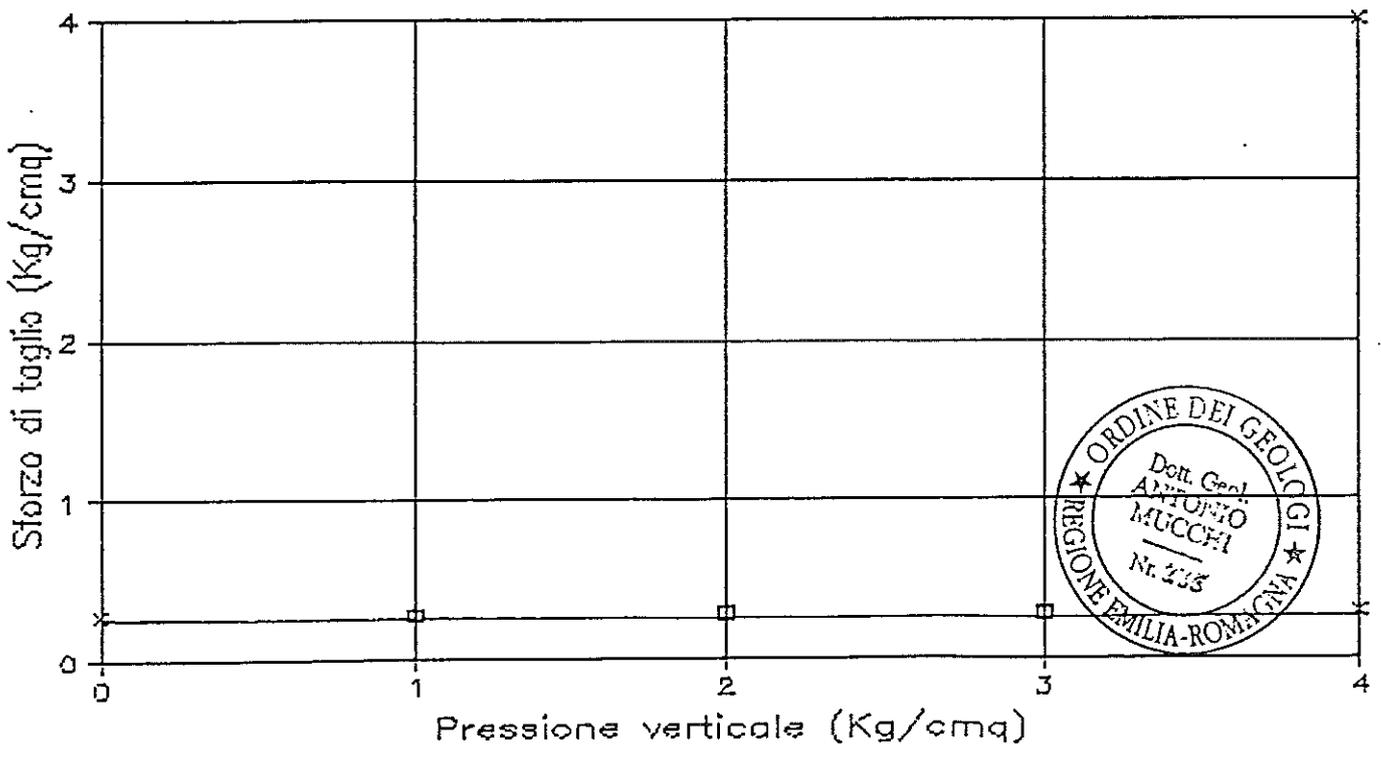
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:353

Sondaggio: **Campione2 SAT** Profondità (m) da **a**

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: ~~1/50~~ consolidata ^{vib} drenata
 Vel. di deform.: **0,5** mm/min
 Cont. in acqua: **14,90 %**
 Peso in volume: **2,12 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 96 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.278
2	2	.285
3	3	.289

COESIONE	.27 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	.32°
----------	--------------	-------------------	------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: AICC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

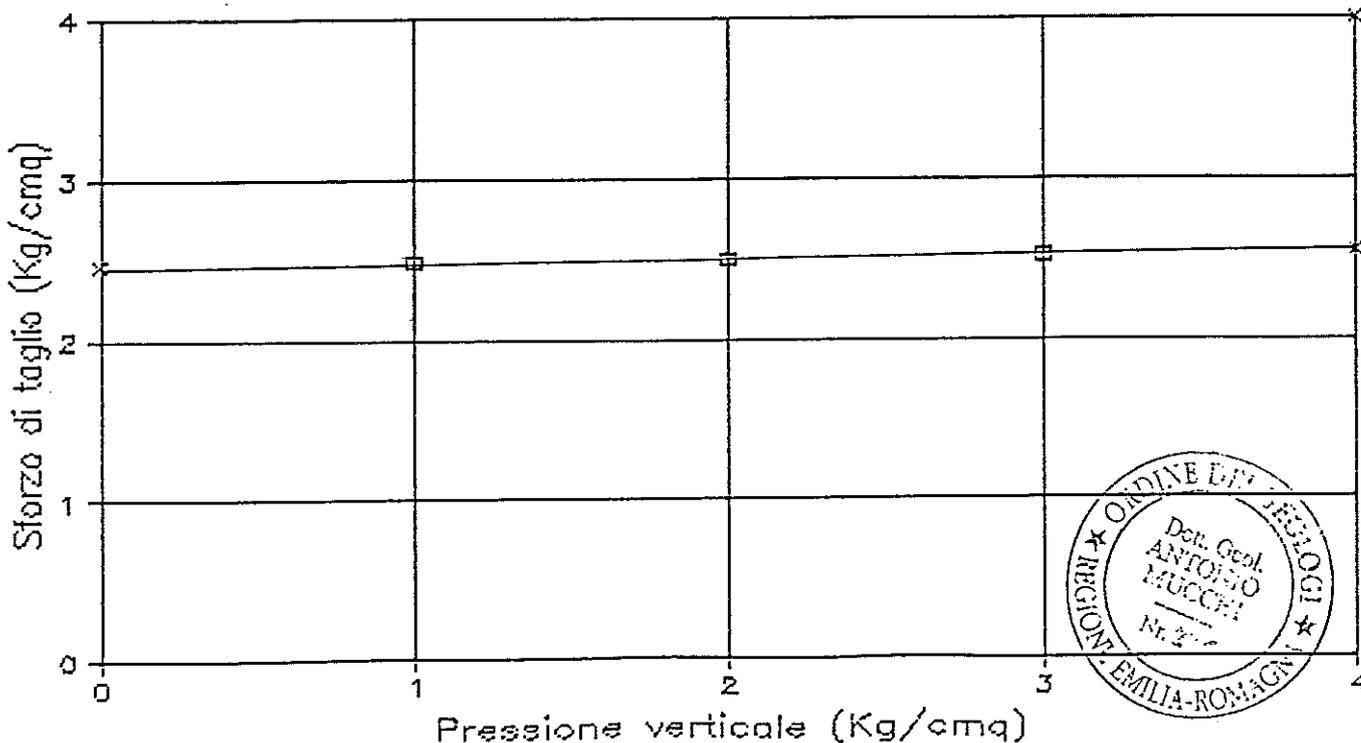
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA CASTELLO DI SERRAVALLE**
 Data: **7.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:348

Sondaggio Campione 2 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: non consolidata non drenata
 Vel. di deform.: .5 mm/min
 Cont. in acqua: 15.20 %
 Peso in volume: 2.13 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 97 % proctor riferimento

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	2.478
2	2	2.498
3	3	2.521

COESIONE	2.46 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	1.23°
----------	---------------	-------------------	-------



ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 44604 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

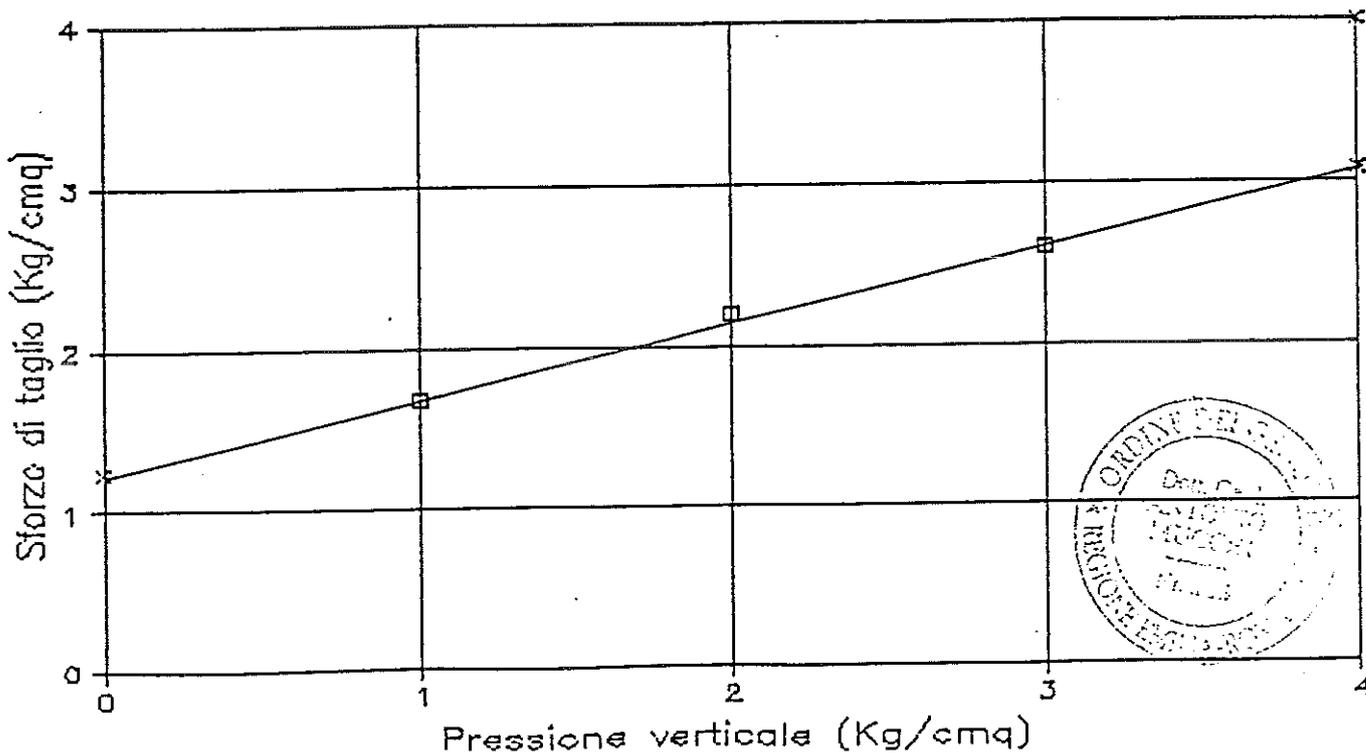
Committente: CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA
 Cantiere: CACA RONCOBOTTO DI ZOCCA
 Data: 11.4.94 Prot. Lab. Geotecnica 94 N:233

Sondaggio Campione 5 Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: consolidata drenata
 Vel. di deform.: .015 mm/min
 Cont. in acqua: 15.33 %
 Peso in volume: 2.18 t/mc
 Natura campione: argilla ricompattata 94 % proctor rif.

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.683
2	2	2.194
3	3	2.607

COESIONE 1.24 (Kg/cmq) ANGOLO DI ATTRITO 24.80°



————— DOTT. GEOL. —————
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

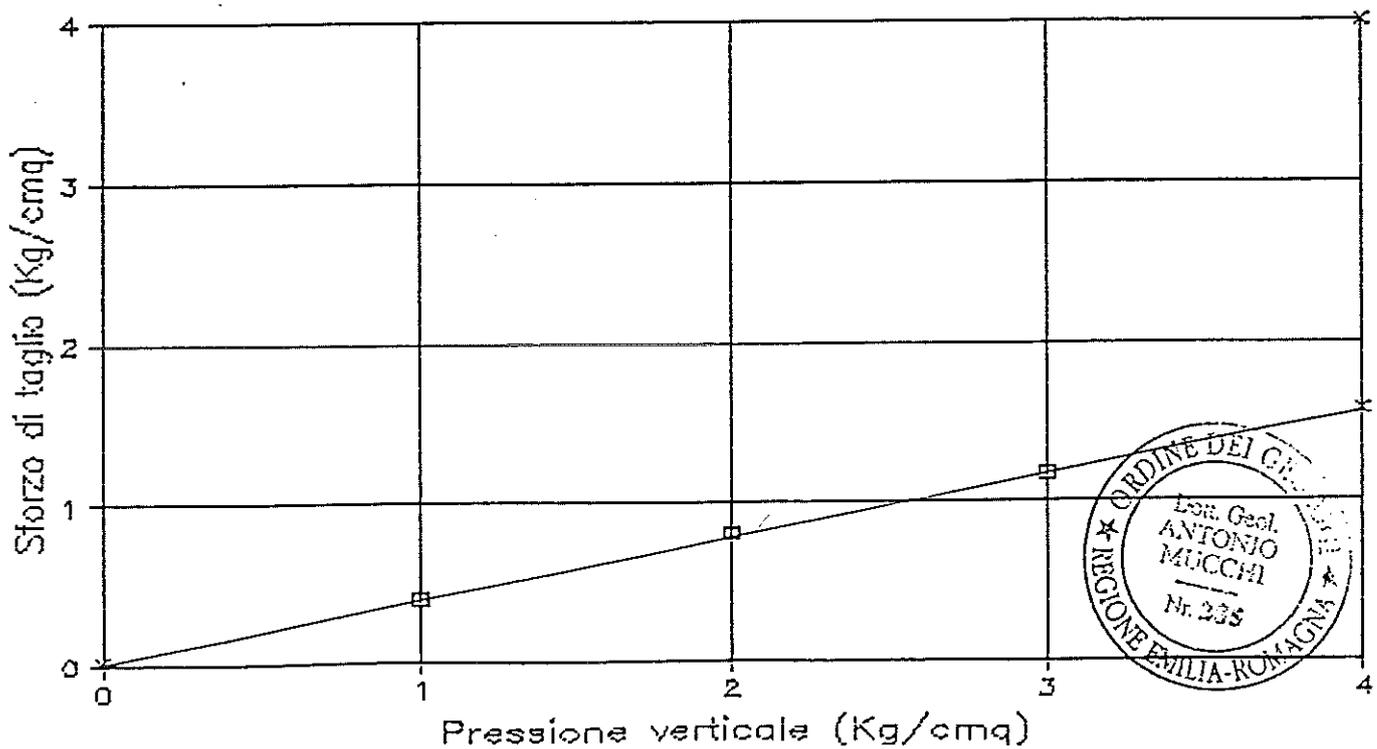
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **5.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N:335

Sondaggio **Campione5 SAT** Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: **consolidata drenata**
 Vel. di deform.: **.015** mm/min
 Cont. in acqua: **14.80 %**
 Peso in volume: **2.02 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 93 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.405
2	2	.811
3	3	1.176

COESIONE	.03 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	21.08°
----------	--------------	-------------------	--------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
 GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 2600L - P.IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

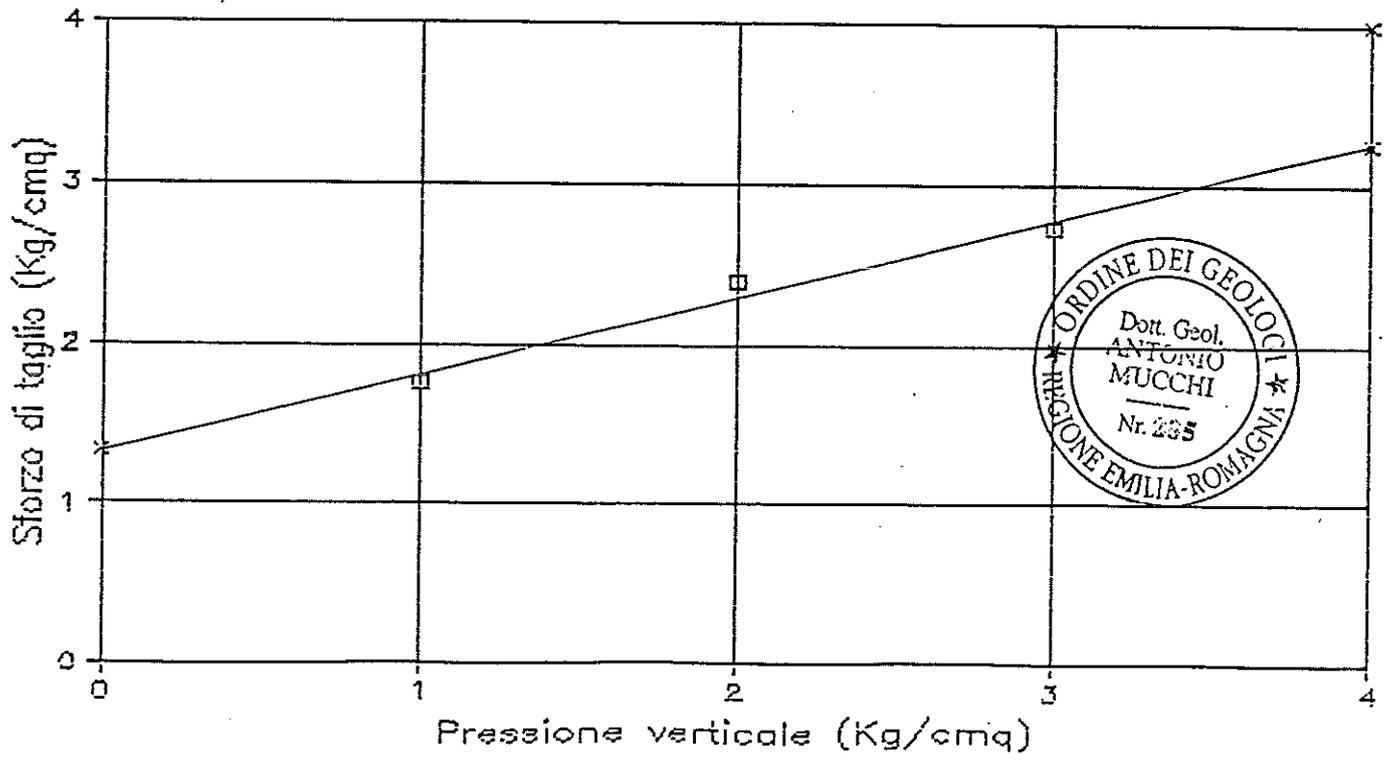
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **5.10.94** Prot. Lab. Geotecnica 94 N:338

Sondaggio _____ Campione **5** Profondità (m) da _____ a _____

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: **consolidata non drenata**
 Vel. di deform.: **0.5** mm/min
 Cont. in acqua: **15.10 %**
 Peso in volume: **2.15 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 93 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	1.764
2	2	2.387
3	3	2.726

COESIONE	1.33 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	25.69°
----------	---------------	-------------------	--------



DOTT. GEOL.
ANTONIO MUCCHI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
INDAGINI GEOGNOSTICHE
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Bologna, 501 - 44100 FERRARA
Tel. e Fax 0532 / 975560

Cod. Fisc.: MCC NTN 54E04 Z600L - P. IVA 00534480389

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

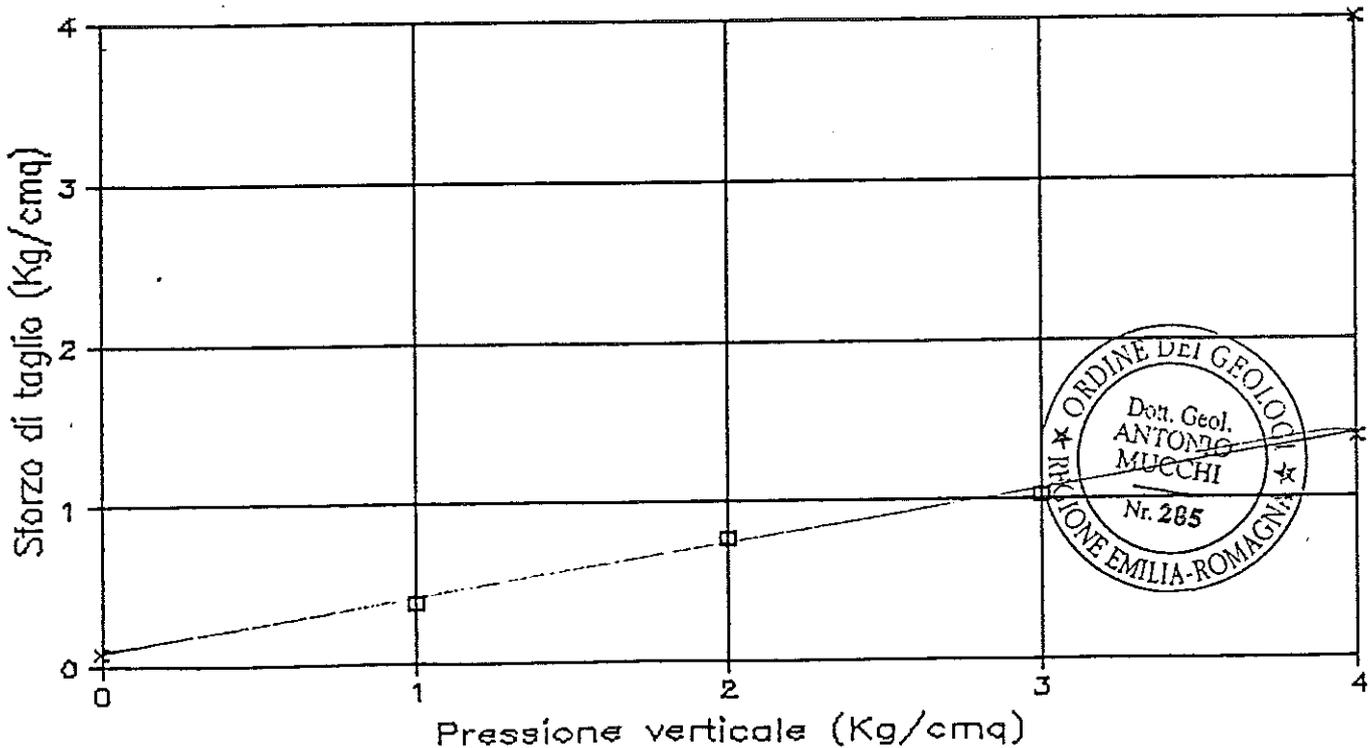
Committente: **CONSORZIO BONIFICA RENO PALATA**
 Cantiere: **CAVA RONCOBOTTO DI ZOCCA**
 Data: **5.10.94** Prot.Lab. Geotecnica 94 N: **367**

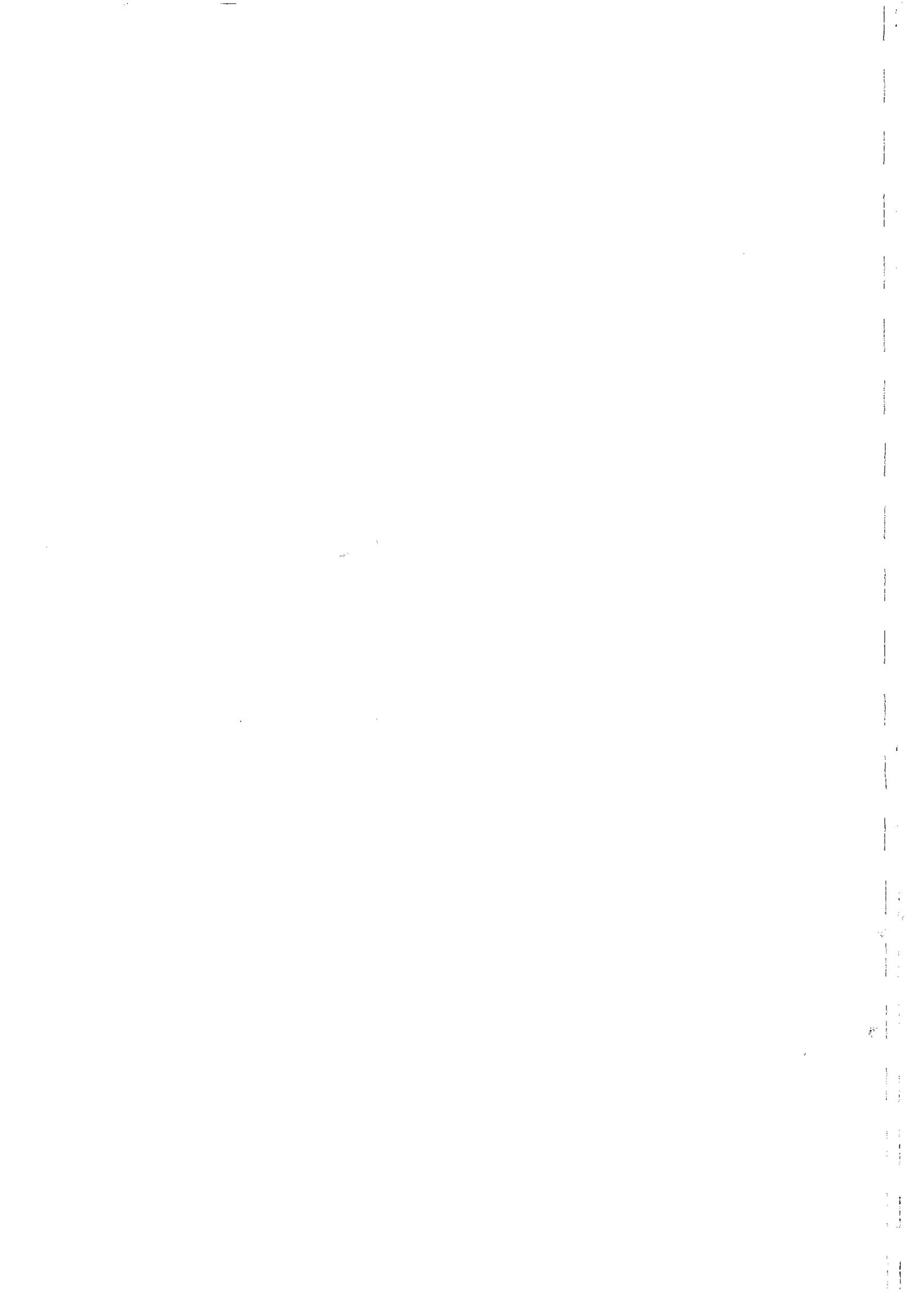
Sondaggio **Campione5 SAT** Profondità (m) da a

Dimensioni del provino: $\phi 60 \times 23$ mm
 Tipo di prova: **consolidata non drenata**
 Vel. di deform.: **.05** mm/min
 Cont. in acqua: **15.00 %**
 Peso in volume: **2.12 t/mc**
 Natura campione: **argilla ricompattata 96 % proctor riferimento**

PROVA N°	PRESS. VERT. (Kg/cmq)	SFORZO DI TAGLIO (Kg/cmq)
1	1	.385
2	2	.772
3	3	1.035

COESIONE	.08 (Kg/cmq)	ANGOLO DI ATTRITO	18.00°
----------	--------------	-------------------	--------







CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

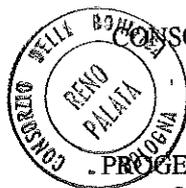
PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.3
Data: 20 gennaio 2000
Scala:
Rev. n°:
File: 342_b_rel_agr.doc

Titolo:

RELAZIONE AGRONOMICA

IL PROGETTISTA



CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI
SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI
(Ing. *Marco Sovrini*)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE
(Dr. *Giuseppe Arcidiacono*)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE
(Per. Ind. *Franco Cocchi*)

SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO) I° STRALCIO ESECUTIVO

RELAZIONE AGRONOMICA DEL PROGETTO GENERALE

1) PREMESSA

I principali dati assunti a base per il calcolo delle dotazioni irrigue e degli altri parametri della fase progettuale sono ottenuti dall'esame della cartografia esistente e degli estratti di partita inerenti all'area servita nonché della bibliografia esistente circa l'irrigazione e le caratteristiche pedoclimatiche nella bassa pianura Emiliano-Romagnola.

Al fine di ottenere dati realistici circa l'effettivo ordinamento colturale, le modalità di distribuzione dell'acqua ovvero le caratteristiche degli impianti di irrigazione aziendale, è stata condotta un'indagine preliminare mediante questionari, interviste e sopralluoghi in campo su un campione di 60 aziende (su 170 presenti sul territorio interessato).

2 STIMA DELLE DOTAZIONI IRRIGUE

2.1 Ordinamento colturale e superfici di rispetto

Superficie dominata.....	1'046 ha
Superficie catastale (al lordo delle tare aziendali).....	750 ha
Superficie irrigabile	705 ha
Superficie irrigata	595 ha
Superficie contemporaneamente irrigata nel periodo di massimo consumo ..	445 ha
Parzializzazione	84 %
- frutteto (misto).....	422 ha

- seminativo (frumento).....	110 ha
- seminativo irriguo (bietola mais).....	107 ha
- vigneto	35 ha
- prato irriguo (medica).....	25 ha
- ortive	6 ha

Aziende n. 170

Superficie media aziendale	4,41 ha
Superficie media irrigabile per azienda.....	4,15 ha
Superficie media irrigata per azienda.....	3,5 ha

I pozzi aziendali presenti in base all'ultimo censimento sono 42. Tuttavia dalle indagini effettuate risulta che in media ogni azienda ha almeno un pozzo in proprietà; solo poche aziende usufruiscono esclusivamente di un diritto di prelievo ad uso irriguo da pozzi in comune.

2.2. Caratteristiche del terreno

Porosità	0,59
Peso specifico reale	2,7 t/mc
Peso specifico apparente	1,6 t/mc
Capacità di campo (cc)	0,22
Punto critico colturale (Pcc)	0,14
Coefficiente di appassimento apparente (CAP)	0,10
Capacità idrica massima (CIM)	0,59
Capacità idrica utilizzabile (CIV)	0,12
Capacità idrica facilmente utilizzabile (CIFU)	0,08
Velocità d'infiltrazione a regime	6 mm/h
Profondità della falda:	non presente
Tessitura:	franco sabbiosa.

2.3 Caratteristiche dell'irrigazione

Il sistema di irrigazione aziendale prevalente è quello ad umettamento localizzato (goccia o microgetto) circa il 70% della superficie è irrigata con tale sistema; il 15% per infiltrazione da solchi e la restante superficie con sistemi ad aspersione (semoventi, ali mobili, ecc.).

In relazione all'ordinamento colturale irriguo (85% della superficie irrigata, è coltivata a frutteto); alla presenza di depositi ghiaiosi a partire da una profondità di 70 cm (fattore che determina elevate perdite per percolazione profonda) il sistema di irrigazione ad umettamento localizzato è destinato a diffondersi ulteriormente. Un tale sistema infatti oltre a presentare una elevata efficienza irrigua ($E_a = 0,90$) è anche il più idoneo dal punto di vista economico ed agronomico per le coltivazioni arboree da frutto. Tale sistema pertanto costituirà la base di riferimento per il calcolo dei corpi d'acqua parcellari e degli altri parametri irrigui.

La stagione irrigua inizia a metà maggio e termina a metà settembre per una durata complessiva di 120 gg. Il periodo di massimo consumo ricade nella prima decade di luglio.

Il turno di adacquata, viste le caratteristiche del suolo e del sottosuolo, è relativamente breve (in media 8 gg.). Il numero di adacquata nella stagione irrigua è pari a 15. Per distribuire il volume di adacquata aziendale ogni azienda impiega in media tre giorni, pertanto i giorni effettivi di irrigazione per azienda nell'arco della stagione irrigua sono 45.

Aziende di piccole dimensioni dovendo utilizzare irrigatori di prefissata portata, irrigano per poche ore al giorno, mentre aziende di superficie elevata superano le 12 ore giornaliere.

2.4 Dotazioni irrigue e volumi di adacquamento

Sulla base delle sperimentazione condotta dal C.E.R. per un frutteto di caratteristiche medie come partinnesto, varietà, terreno, ecc, in assenza di falda ed inerbimento i fabbisogni idrici ed irrigui nei mesi di maggior consumo (luglio e agosto) sono i seguenti:

COLTURA	Luglio	Agosto	Media	U*
	mc/ha	mc/ha	mc/ha	l/s/ha
Pescheto lavorato	1210	1080	1145	0.44
Meleto lavorato	1370	1220	1295	0.50
Piovosità	230	330	280	0.13

* U = Portata specifica netta

Considerando che in Emilia Romagna la piovosità media nei mesi di luglio agosto è 67 mm; la dotazione strettamente necessaria risulterebbe:

Pescheto lavorato	0,31 l/s/ha
Meleto lavorato	0,37 l/s/ha
Valore medio	0,34 l/s/ha

Una portata specifica netta di 0,34 l/s/ha per una stagione irrigua di 120 gg. determina una dotazione netta stagionale di

$$0,34 \text{ l/s/ha} \times 120 \times 24 \times 3,6 = 3525 \text{ m/ha}$$

e lorda di $3525/0,9 = 3916 \text{ mc/ha}$

Alla luce delle indagini effettuate le dotazioni ettariali e nella decade di massimo consumo risultano:

Dotazione netta stagionale (Dn)	3150 mc/ha
Dotazione lorda stagionale (DI)	$3150/0,9 = 3500 \text{ mc/ha}$
Volume netto di adacquata (Vna)	210mc/ha
Volume lordo di adacquata (Vla)	$210/0,9 = 233 \text{ mc/ha}$
Dotazione netta nella decade di maggior consumo (Vpn)	425 mc/ha
U	$3150/120 \times 24 \times 3,6 = 0,30 \text{ l/s/ha}$

Pensando di irrigare 16 ore su 24 la portata continua specifica nella stagione e nella decade di maggior consumo è:

$$U_s = 0,30 \times 24/16 = 0,45 \text{ l/s/ha}$$

$$U_p = 425 \text{ m/ha} / (10 \times 16 \times 3,6) = 0,74 \text{ l/s/ha}$$

dove:

U_s = portata specifica netta stagionale

U_p = portata specifica netta nella decade di maggior consumo.

Il rapporto 24/16 può essere definito come coefficiente di punta (C_p). In un sistema di distribuzione irrigua collettiva alla domanda con rete in pressione l'erogazione dell'acqua è continua durante tutta la stagione irrigua. L'inserimento del coefficiente di punta nel calcolo della dotazione irrigua serve a tener conto delle diverse durate di adacquamento di ogni azienda e della contemporaneità d'uso.

L'efficienza totale dell'irrigazione ad umettamento localizzato (E_t con rete collettiva ed aziendale in pressione) è pari a :

$$E_t = E_a \times E_{az} \times E_{tc} = 0,84$$

dove

$$E_a = \text{efficienza di adacquamento (irrigazione a sorsi)} = 0,90$$

$$E_{az} = \text{efficienza di distribuzione aziendale (condotta in pressione)} = 0,98$$

$$E_{tc} = \text{efficienza di trasporto e consegna (condotte in pressione)} = 0,95$$

Pertanto i valori di portata specifica netta diventano:

$$U_s = 0,45/0,84 = 0,54 \text{ l/s/ha}$$

$$U_p = 0,74/0,84 = 0,88 \text{ l/s/ha}$$

Assumendo una superficie irrigata di 595 ha (di cui contemporaneamente irrigati nella decade di massimo consumo 445) in base alle dotazioni specifiche precedentemente calcolate, la portata alla quale dovrà essere dimensionato l'impianto di pompaggio è la massima fra i sottostanti valori:

$$0,54 \text{ l/s/ha} \times 595 \text{ ha} = 321 \text{ l/s}$$

$$0,88 \text{ l/s/ha} \times 445 \text{ ha} = 392 \text{ l/s}$$

Al fine di tenere conto di eventi sfavorevoli (vento, siccità, ecc.) o lievi disservizi della rete, tale portata può essere elevata a 425 l/s.

2.5 Corpi d'acqua parcellari (Q_a)

I corpi d'acqua parcellari da erogare alle singole aziende saranno proporzionali alla superficie aziendale catastale.

Aziende fino a 5 ha 6 l/s

Aziende da 5 a 10 ha 6-12 l/s

Aziende da 10 a 25 ha 12-20 l/s

Tali corpi d'acqua parcellari verranno erogati mediante un idrante aziendale munito di contatore volumetrico e riduttore di portata.

Per aziende oltre i 25 ha verranno installati 2 o più erogatori con portata proporzionale alla superficie secondo il precedente schema.

I suddetti corpi d'acqua parcellari sono stati stimati in funzione dei seguenti parametri:

- a) superficie media irrigata per azienda (80 % della superficie catastale);
- b) sistema di irrigazione aziendale prevalente (umettamento localizzato);
- c) portata dei singoli erogatori (mediamente 12 l/s);
- d) sesto medio d'impianto dei frutteti presenti (4x2,5 m);
- e) numero erogatori per pianta (in media 2).

2.6 Turno irriguo nella decade di massimo consumo (Tp)

E' l'intervallo di tempo medio, nella decade di massimo consumo, fra due successivi adacquamenti.

$$T_p = V_{na} / V_{pn} \times 10 \text{ giorni}$$

$$T_p = 210 / 425 \times 10 = 5 \text{ giorni}$$

2.7 Orario specifico netto di adacquamento (On)

E' il tempo netto occorrente per l'adacquamento di 1 ha, valutato come rapporto tra il volume specifico lordo di adacquamento (Vla) e il corpo d'acqua parcellare (Qa)

$$O_n = V_{la} / (3,6 \times Q_a) \text{ ore/ha}$$

Qa	On
l/s	ore/ha
6	10,8
12	5,4
15	4,3
20	3,2

3) ADEGUATEZZA DEI CORPI D'ACQUA PARCELLARI

Un corpo d'acqua parcellare di 6 l/s permette di erogare 21,6 mc/ora ovvero 945,6 mc in 16 ore.

Dato un volume di adacquata di 233 mc/ha è possibile irrigare nelle 16 ore giornaliere 1,48 ha (345 mc/233 mc/ha) ovvero 4,44 ha in 3 giorni.

La superficie irrigata per azienda di 5 ha ammonta a ha 4. Un corpo d'acqua di 6 l/s per 16 ore al giorno per 3 giorni risulta quindi adeguato. Si vuole precisare che essendo corpi d'acqua previsti proporzionali alla superficie, le valutazioni inerenti l'adeguatezza si possono estendere anche alle aziende di superficie superiore a 5 ha.

Per aziende con superficie inferiori a 5 ha la durata dell'irrigazione sarà proporzionalmente inferiore ai massimali previsti.

Dalle valutazioni effettuate il numero di erogatori ad ha è in media pari a 2.000 con portata media specifica di 12 l/h.

Con una tale tipologia di impianto è possibile distribuire 24 mc/h/ha ($0,012 \times 2000$).

Per distribuire il volume della singola adacquata occorrono 9 h 45 mm (233/24).

In un'azienda di 5 ha (di cui 4 irrigati) la durata complessiva della singola adacquata sarebbe di 39 h (9 h 45 min x 4) ovvero 13 ore giornaliere per 3 giorni.

Considerando con un corpo d'acqua parcellare di 6 l/s (21,6 mc/h) è possibile far funzionare contemporaneamente 1800 erogatori (21600/12)

La superficie massima irrigabile contemporaneamente è 0,9 ha sui quali è da distribuire un volume di adacquata pari a 210 mc (233 x 0,9).

Per distribuire tale volume occorrono circa 9 h e 45 min. (210/21,6). Per irrigare i 4 ettari aziendali occorrono 43 ore ovvero 14 ore e 30 min. per ognuno dei 3 gg. di durata dell'adacquamento.

4) CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI POMPAGGIO E POTENZA INSTALLATA

Assumendo una superficie irrigata di 595 ha (di cui contemporaneamente irrigati nella decade di punta ha 445), in base alle dotazioni lorde calcolate al precedente punto 2.4, la portata a cui dovrà essere dimensionato l'impianto di pompaggio è 425 l/s.

Assumendo pertanto tre elettropompe da 100 l/s più due da 50 l/s e una di mantenimento da 25 l/s con una prevalenza di 7 bar e rendimento 70% la potenza assorbita al punto di lavoro risulta: 344 Kw.

5) ADEGUATEZZA DEL BACINO IRRIGUO

Assumendo, in modo cautelativo, che risulti impossibile alimentare la cassa per un periodo di 45 giorni tra i mesi di luglio e agosto, il volume d'invaso per far fronte alle esigenze irrigue risulta:

$$0.54 \text{ l/s/ha} \times 595 \text{ ha} \times 16 \text{ ore} \times 3.6 \times 45 \text{ gg} = 832.810 \text{ mc}$$

Considerando invece la possibilità di alimentazione continua del bacino, durante detto periodo, con una portata di 30 l/s l'invaso necessario si riduce a 716.170 mc.

La capacità d'invaso prevista del costruendo bacino è di 804.000 mc di cui 764.000 utilizzabili a scopi irriigui.



CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

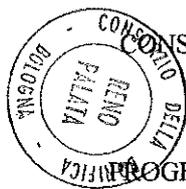
PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.4
Data: 20 gennaio 2000
Scala:
Rev. n°:
File: 342_b_rel_idr.doc

Titolo:
RELAZIONE IDRAULICA

IL PROGETTISTA



CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI

SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI

(Ing. Marco Sovigni)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE

(Dr. Giuseppe Arcidiacono)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE

(Per. Ind. Franco Cocchi)

CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

BOLOGNA

Legge n. 305/89 art. 6

Programma triennale per la tutela dell'ambiente

Intervento n. 152

SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE IN COMUNE DI SAN CESARIO S.P. (MO)

I STRALCIO

*

RELAZIONE IDRAULICA

PREMESSA

1. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Premessa.

Il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato considerando la rete nel suo intero sviluppo generale.

La rete è composta da tubazioni PN 10: in PRFV per diametri superiori a 450 mm (inclusi) e in PVC per i diametri inferiori.

Il collettore principale in uscita dallo stabilimento di pompaggio è un DN 600 che si dirama, dopo circa 200 m, in due condotte sempre in PRFV DN 450.

Il ramo ovest (oggetto del primo stralcio esecutivo per circa 1350 m) si sviluppa in direzione nord-ovest fra il capoluogo di San Cesario e il fiume Panaro per circa 5 km.

Il ramo est, non previsto nel primo stralcio, ma nel progetto generale, prosegue in direzione nord attraversando l'autostrada A1 e si ricongiunge con l'altro ramo dopo circa 7 km

All'interno di questo grande anello che circonda l'abitato di San Cesario sono previsti altri rami secondari in PVC DN 250-200 per la minuta distribuzione alle aziende.

L'area complessivamente dominata è di 1046 ha territoriali (al lordo dell'area urbana di San Cesario) per una superficie complessivamente irrigabile di circa 705 ha.

L'altimetria dell'area varia da quota 67-68 m s.m. in corrispondenza della centrale di pompaggio, a quota 47.20 m nel nodo 170 (a nord-ovest dell'abitato di San Cesario).

La quota di fondo del bacino di accumulo in corrispondenza della centrale di pompaggio è di 51 m, quella minima utile per il pompaggio (onde evitare le torbide) mentre quella di massimo invaso è di 65 m.

Come risulta dalla allegata relazione agronomica la portata complessiva necessaria è di 425 l/s. Per far fronte a tale richiesta è stato previsto un impianto di sollevamento articolato in 6 pompe con le seguenti portate:

- n. 1 pompa pilota da 25 l/s;
- n. 2 pompe da 50 l/s
- n. 3 pompe da 100 l/s

Per garantire sull'idrante più sfavorito una pressione minima di 24-25 m anche nella situazione più gravosa di lago vuoto (quota 53 m) è necessario dotare le pompe di una prevalenza di 65 m.

Studio idraulico

Lo studio idraulico oggetto della presente relazione è stato condotto in modo conforme al DMLLPP 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

I risultati delle elaborazioni sono riportati in appendice (v. tab. 1) insieme alla descrizione del sistema di calcolo adottato.

Tubazioni: Le tubazioni adottate sono di PRFV UNI 9032, PN 10 Classe A per i diametri superiori o al massimo uguali a 300 mm, di PVC UNI 7441-75 PN 10 per quelle inferiori.

Le prime sono interrate mediamente alla profondità di 2 m dal piano di campagna mentre le seconde ad almeno 1.5 m.

Per quanto riguarda la normativa italiana sulle tubazioni e sui raccordi di PVC la situazione è rappresentata dalle norme:

- UNI 7441-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova generali;
- UNI 7442-75: Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7449-75: Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi.

Protezione delle tubazioni dalle aggressioni chimiche: Le tubazioni in materiali plastici sono rinomate per l'ottima resistenza alle aggressioni chimiche che le rendono idonee anche in terreni fortemente aggressivi (bassa resistività e pH, presenza di cloruri e solfati, elevata umidità) o di correnti vaganti (linee ferroviarie alimentate in c.c.).

Dislivello, perdite di carico e pressioni: Il dislivello geodetico della condotta risulta:

$$h_g = 68.0 - 47.0 = 21.0 \text{ m}$$

In base ai calcoli idraulici esposti in appendice la minima pressione nell'idrante più sfavorito è di 24.02 m, mentre la massima pressione in condotta è di 45 m

Velocità: La velocità nelle condotte principali varia da 1 a 1.98 m/s.

Tipo di flusso: Essendo il Numero di Reynolds sempre al di sotto di 549 mila, il tipo di corrente è "di transizione".

Scabrezza: La scabrezza adottata per il calcolo delle perdite di carico per unità di lunghezza (pendenza motrice) in base alla formula di resistenza secondo Colebrook:

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \cdot \log_{10}(2.51/Re/\sqrt{\lambda} + \epsilon/D/3.71)$$

è di 0.5 mm.

Tale valore di scabrezza è relativo a tubazioni tecnicamente lisce (PVC, HDPE, ecc) e tiene in parte conto delle perdite di carico concentrate.

I° Stralcio

La rete idraulica, così come l' impianto di sollevamento, previsti nel primo stralcio esecutivo del sistema irriguo in pressione in comune di San Cesario, sono parte della rete e dell' impianto generale.

Con il completamento dei lavori degli stralci successivi, la rete funzionerà così come previsto dalla presente relazione.

Con il primo stralcio la rete sarà comunque funzionante, solo i primi tratti dei collettori principali risulteranno, per ovvii motivi, sovra-dimensionati, per l' uso immediato.

APPENDICE

A. VERIFICA DI MOTO PERMANENTE DI RETI DI CONDOTTE A MAGLIE IN PRESSIONE

Si riporta, a delucidazione della metodologia di calcolo adottata, un estratto della pubblicazione "Verifica di reti di acquedotto a maglie, funzionanti in pressione ed in regime di moto permanente" (Vol. IV del *Manuale di Ingegneria Civile*, Sez. quarta, *Introduzione ai programmi di Calcolo di Ingegneria civile*, p. 85-101, Ed. A. Cremonese, Roma, 1989).

Il comportamento di una rete di acquedotto, costituita da N nodi, T lati ed M maglie è governato in condizioni di moto permanente da un sistema di equazioni che impongono la continuità delle portate ai nodi e descrivono il moto nei condotti (Vol. I del *Manuale di Ingegneria Civile*, Parte III: Costruzioni Idrauliche, cap. V, par. 5.11). La continuità è imposta dalle N equazioni:

$$f_j(\mathbf{Q}) = \sum_i Q_{ij} + q_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

Ove Q_{ij} (mc/s) è la portata che fluisce nel lato che connette il nodo i al nodo j (positiva se verso j), q_j (mc/s) è la portata erogata al nodo j (negativa se trattasi di prelievo) ed i un indice che percorre l'insieme dei nodi connessi a j .

Il moto nei condotti, assunto uniforme ed in moto turbolento, è descritto da T equazioni di espressione:

$$f_t(\mathbf{Q}, H) = H_i - H_j = \beta_{ij} l_{ij} Q_{ij} \text{ abs}(Q_{ij})/D_{ij}^5 \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

ove, trascurandosi le perdite di carico concentrate, H (m) rappresenta il carico totale ai nodi, β ($\text{m}^{-1} \text{s}^2$) è il coefficiente di resistenza dimensionale, l (m) la lunghezza del lato e D il diametro del condotto.

Il sistema di equazioni che governa il fenomeno è quindi costituito dalle (1) e (2), che vedono come incognite i vettori \mathbf{Q} e H . In particolare, le (2) sono non lineari nelle portate.

La verifica della rete consiste nel risolvere tale sistema, avendo assegnato il valore delle rimanenti grandezze q , β , l , D .

La soluzione del sistema (1) + (2) composto da equazioni non lineari può essere ottenuta operando nel seguente modo:

Siano Q_{ij}° le portate non congruenti ai nodi; ne consegue che le (1) hanno residui:

$$(7) \quad \sum_i Q_{ij}^{\circ} + q_j = e_j \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

Siano dQ_{ij} le correzioni alle portate che danno le:

$$(8) \quad Q_{ij}' = Q_{ij}^{\circ} + dQ_{ij}$$

tali per cui:

$$(9) \quad \sum_i Q_{ij}' + q_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

Le equazioni del moto fanno perciò:

$$(10) \quad k_{ij} Q_{ij}' \text{ abs}(Q_{ij}') + H_j' - H_i' = 0 \quad (ij = 1, 2, \dots, T)$$

Sviluppando tenendo conto di (7) e trascurando i termini in dQ_{ij}^2 , si ricava:

$$(11) \quad k_{ij} Q_{ij}^{\circ} \text{ abs}(Q_{ij}^{\circ}) + 2 k_{ij} dQ_{ij} \text{ abs}(Q_{ij}^{\circ}) + H_j' - H_i' = 0 \quad (ij = 1, 2, \dots, T)$$

e, quindi:

$$(12) \quad dQ_{ij} = (H_i' - H_j') / (2 k_{ij} \text{ abs}(Q_{ij}^{\circ})) - Q_{ij}^{\circ} / 2$$

Sommando Q_{ij}° ad entrambi i membri si ottiene:

$$(13) \quad Q_{ij}' = (H_i' - H_j') / (2 k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) + (1 - 1/2) Q_{ij}^\circ$$

che introdotta nelle equazioni di continuità (9), dà:

$$(14) \quad \sum_i (H_i' - H_j') / (2 k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) + \sum_i Q_{ij}^\circ / 2 + q_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

ovvero sostituendo con l'espressione dei residui (7) e moltiplicando per 2:

$$(15) \quad \sum_i (H_i' - H_j') / (k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) + (e_j + q_j) - 2 q_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

meglio utile nella forma:

$$(16) \quad \sum_i H_i' / (k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) - H_j' \sum_i 1 / (k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) = q_j - e_j \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

Dunque, la risoluzione di un sistema lineare, che espresso in notazione matriciale dà:

$$(17) \quad C^\circ H' = b$$

ove:

C° è una matrice $N \times N$ di coefficienti, che valgono:

$$C_{ij} = C_{ji} = -1 / (k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) \text{ se } i \text{ diverso da } j$$

$$C_{jj} = \sum_i 1 / (k_{ij} \text{abs}(Q_{ij}^\circ)) \text{ se } i = j$$

b è un vettore di N termini noti di espressione:

$$b_j = e_j - q_j$$

che consente di valutare il vettore dei carichi ai nodi H' note che siano le portate Q° al passo precedente.

Si può quindi dedurre il valore presente delle portate (il vettore Q') inserendo H' nelle (13).

Procedendo nel modo ora esposto, è sufficiente specificare le connessioni esistenti fra i vari nodi per rappresentare la topologia della rete. Inoltre, la presenza di serbatoi può essere messa in conto in modo semplice, vincolando opportunamente il sistema (17).

Sia S il numero di serbatoi presenti, ed H_j^* il valore del carico da rispettarsi nel generico nodo sede di serbatoio.

Allora il sistema (17) è integrato dalle S condizioni:

$$(20) \quad H_j' = H_j^* \quad (j = 1, 2, \dots, S)$$

B. LEGENDA RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

TABELLA DEI RISULTATI DI RAMO:

Np - Na	nodo di partenza - nodo di arrivo
>	indicatore di clapet aperto nel ramo
\	" di clapet chiuso nel ramo
FLOW TYPE:	Tipo di flusso:
L	regime laminare
PL	" di parete liscia
TR	" di transizione
AT	.. " assolutamente turbolento
L	lunghezza del ramo (m)
Di	diametro interno (mm)
eps	scabrezza (mm)
csi	coeff. di perdita concentrata (-)
Q	portata del ramo (l/s)
V	velocità nel ramo (m/s)
m	indicatore di ramo con velocità minima
M	indicatore di ramo con velocità massima
Re	numero di Reynolds (migliaia)
V*	velocità di attrito (cm/s)
Tau	tensione di attrito (N/mq)
Sfr	pendenza di attrito nel ramo (m/km)
dH	perdita di carico nel ramo (m)

N.B.: Valori negativi di portate Q (e di conseguenza V, V*, Re, Tau, Sfr e dH) indicano che il flusso nel ramo è l'inverso di quello preventivato con la dicitura Np - Na

TABELLA DEI RISULTATI DI NODO:

N	nodo
Qe	portata erogata dal nodo (l/s)
Z	quota del nodo (m)
p	pressione nodo (m c.a.)
h	carico nel nodo (m c.a.)
m	indicatore del nodo con carico minimo
M	indicatore del nodo con carico massimo
*	indicatore di nodo con carico imposto

TABELLA DEI NODI A CARICO IMPOSTO (SERBATOI):

hs	carico imposto dal serbatoio (m)
Qs	portata erogata dal serbatoio (l/s)
Qp	portata erogata dalla pompa (l/s)

TABELLA DELLE POMPE:

h1	carico in entrata alla pompa (m)
h2	carico in uscita alla pompa (m)
hp	prevalenza della pompa (m)
qp	portata erogata della pompa (l/s)

APPROSSIMAZIONE DEL CALCOLO:

Errore max in q: Massimo (su tutti i nodi della rete) errore di continuità delle portate di nodo (l/s)

Errore max in h: Massimo (su tutti i rami della rete) errore di congruenza dei carichi nel ramo (m)

N.B.: Portate Qe e Qs negative indicano portate uscentirispettivamente dal nodo e dal serbatoio.

RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

1° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	- Na	FLOW	L	DN/PN	eps	csi	q	V	Re	V*	Tau	sfr	dH		
		TYPE	(m)	(mm/bar)	(mm)	(-)	(l/s)	(m/s)	(E 3)	(cm/s)	(N/mq)	(E-3)	(m)		
10	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	117.2	3.41	M	549.0	26.6	70.49	137.5	2.59
11	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	117.2	3.41		549.0	26.6	70.49	137.5	2.59
12	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	117.2	3.41		549.0	26.6	70.49	137.5	2.59
13	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	117.2	3.41		549.0	26.6	70.49	137.5	2.59
14	-	20	AT	19	AC125	0.50	2.0	40.2	2.91		297.0	21.1	44.67	137.5	2.59
20	-	24	TR	200	PRFV600	0.50	1.0	509.0	1.77		823.7	9.7	9.35	6.3	1.26
24	-	25	TR	350	PRFV450	0.50	1.0	201.7	1.30		444.2	7.0	4.96	4.5	1.59
25	-	26	TR	390	PRFV450	0.50	2.0	201.7	1.30		444.2	7.2	5.17	4.7	1.85
26	-	28	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	174.5	1.43		434.1	7.8	6.12	6.3	2.28
28	-	29	TR	400	PRFV400	0.50	1.0	141.6	1.16		352.1	6.3	4.02	4.2	1.67
29	-	70	TR	700	PRFV400	0.50	2.0	109.2	0.90		271.6	4.9	2.42	2.5	1.76
24	-	30	TR	460	PRFV450	0.50	3.0	307.3	1.98		677.1	11.1	12.24	11.2	5.17
30	-	30a	AT	5	PVC200/10	0.50	1.0	84.0	3.27		455.0	29.0	84.24	190.1	0.95
30a	-	30b	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	36.0	1.40		195.0	8.3	6.89	15.5	2.80
30b	-	31	TR	100	PVC200/10	0.50	1.0	12.0	0.47		65.0	2.8	0.81	1.8	0.18
30	-	32	TR	160	PRFV450	0.50	1.0	223.3	1.44		492.0	8.0	6.46	5.9	0.95
32	-	27	TR	300	PVC200/10	0.50	1.0	2.9	0.11		15.6	0.7	0.05	0.1	0.03
27	-	26	TR	310	PVC200/10	0.50	1.0	-27.1	-1.06		146.9	6.2	3.87	-8.7	-2.70
32	-	33	TR	150	PRFV450	0.50	1.0	220.5	1.42		485.7	8.0	6.34	5.8	0.87
33	-	34	TR	220	PVC200/10	0.50	1.0	30.0	1.17		162.5	6.9	4.76	10.7	2.36
33	-	35	TR	280	PRFV450	0.50	2.0	190.5	1.23		419.6	6.9	4.79	4.4	1.23
35	-	35a	AT	5	PVC200/10	0.50	1.0	60.0	2.34		325.0	20.6	42.45	95.8	0.49
35a	-	35b	TR	110	PVC200/10	0.50	1.0	36.0	1.40		195.0	8.4	7.04	15.9	1.75
35b	-	36	TR	165	PVC200/10	0.50	1.0	24.0	0.93		130.0	5.6	3.09	7.0	1.15
35	-	37	TR	300	PRFV450	0.50	1.0	130.5	0.84		287.4	4.6	2.12	1.9	0.58
37	-	38	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	7.0	0.27		38.0	1.6	0.27	0.6	0.18
38	-	39	TR	200	PVC200/10	0.50	1.0	-3.0	-0.12		16.1	0.7	0.05	-0.1	-0.02
39	-	28	TR	250	PVC200/10	0.50	1.0	-33.0	-1.28		178.6	7.6	5.73	-12.9	-3.23
37	-	40	TR	500	PRFV450	0.50	3.0	123.4	0.80		271.9	4.5	1.99	1.8	0.91
40	-	41	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	27.6	1.08		149.8	6.4	4.08	9.2	1.66
41	-	42	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-2.4	-0.09	m	12.7	0.6	0.03	-0.1	-0.02
42	-	29	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-32.4	-1.26		175.3	7.4	5.48	-12.4	-3.96
40	-	65	TR	820	PRFV450	0.50	3.0	95.8	0.62		211.0	3.4	1.16	1.1	0.87
70	-	67	TR	300	PRFV350	0.50	1.0	74.7	0.82		214.5	4.6	2.08	2.5	0.75
67	-	76	TR	1000	PRFV300	0.50	2.0	28.7	0.37		90.0	2.2	0.46	0.6	0.61
67	-	65	TR	450	PRFV300	0.50	1.0	46.0	0.60		144.4	3.4	1.18	1.5	0.69
65	-	60	TR	280	PRFV400	0.50	1.0	98.5	0.81		245.0	4.5	2.00	2.1	0.58
65	-	75	TR	730	PRFV300	0.50	1.0	43.3	0.57		135.8	3.2	1.04	1.4	0.99
60	-	80	TR	690	PRFV400	0.50	1.0	98.5	0.81		245.0	4.4	1.93	2.0	1.38
70	-	72	TR	800	PRFV300	0.50	2.0	34.5	0.45		108.3	2.6	0.67	0.9	0.70
72	-	76	TR	750	PRFV300	0.50	1.0	34.5	0.45		108.3	2.6	0.66	0.9	0.65
76	-	75	TR	370	PRFV300	0.50	1.0	63.2	0.83		198.3	4.7	2.23	2.9	1.08
75	-	80	TR	410	PRFV400	0.50	1.0	106.5	0.87		264.8	4.8	2.29	2.4	0.97
80	-	90	TR	1000	PRFV450	0.50	1.0	205.0	1.32		451.6	7.0	4.94	4.5	4.53
90	-	100	TR	110	PRFV400	0.50	1.0	52.1	0.43		129.7	2.5	0.62	0.6	0.07
100	-	105	TR	220	PVC250/10	0.50	1.0	9.5	0.24		41.1	1.4	0.20	0.4	0.08
105	-	107	TR	710	PVC200/10	0.50	1.0	9.5	0.37		51.4	2.2	0.48	1.1	0.77
107	-	110	TR	270	PVC250/10	0.50	1.0	9.5	0.24		41.1	1.4	0.20	0.4	0.10
100	-	110	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	42.7	0.56		133.9	3.2	1.01	1.3	0.95
110	-	120	TR	920	PVC250/10	0.50	1.0	29.7	0.74		128.5	4.3	1.82	3.3	3.02
90	-	130	TR	340	PRFV400	0.50	1.0	152.8	1.25		380.2	6.9	4.71	4.9	1.66
130	-	135	TR	760	PRFV300	0.50	3.0	47.6	0.62		149.4	3.6	1.29	1.7	1.28
135	-	140	TR	900	PRFV300	0.50	1.0	54.4	0.71		170.7	4.0	1.62	2.1	1.91
130	-	145	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	105.2	0.86		261.8	4.7	2.25	2.3	0.84
145	-	150	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	55.9	0.73		175.5	4.1	1.72	2.2	1.62
150	-	155	TR	900	PRFV300	0.50	3.0	57.8	0.76		181.3	4.3	1.88	2.5	2.21
145	-	160	TR	480	PRFV300	0.50	1.0	49.3	0.64		154.8	3.7	1.35	1.8	0.85
160	-	165	TR	640	PRFV300	0.50	1.0	49.3	0.64		154.8	3.7	1.34	1.8	1.12
165	-	170	TR	930	PRFV300	0.50	1.0	63.2	0.83		198.2	4.7	2.18	2.8	2.65
170	-	155	TR	600	PRFV300	0.50	3.0	-41.8	-0.55		131.3	3.2	1.01	-1.3	-0.79
155	-	140	TR	300	PRFV300	0.50	1.0	-84.1	-1.10		263.8	6.1	3.77	-4.9	-1.48
120	-	140	TR	240	PVC250/10	0.50	1.0	29.7	0.74		128.5	4.3	1.87	3.4	0.81
110	-	135	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	22.5	0.88		121.8	5.2	2.66	6.0	1.92
135	-	150	TR	400	PVC200/10	0.50	1.0	15.7	0.61		85.0	3.6	1.30	2.9	1.18
150	-	165	TR	480	PVC250/10	0.50	1.0	13.8	0.34		59.9	2.0	0.41	0.7	0.35
Tot./Med.		6526190		319		0.50		77.0		0.79					

(> \) = clapet aperto/chiuso (L PL TR AT) = regime: laminare/par. liscia/transiz./ass. turb.

1° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI NODO *

NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)
10	0.0	52.00	63.00	115.00 *M	40	0.0	64.00	37.43	101.43
11	0.0	52.00	63.00	115.00 *	41	-30.0	63.00	36.78	99.78
12	0.0	52.00	63.00	115.00 *	42	-30.0	62.20	37.60	99.80
13	0.0	52.00	63.00	115.00 *	60	0.0	61.00	38.98	99.98
14	0.0	52.00	63.00	115.00 *	65	0.0	60.00	40.56	100.56
20	0.0	68.00	44.41	112.41	67	0.0	60.00	41.26	101.26
24	0.0	68.00	43.15	111.15	70	0.0	57.60	44.40	102.00
25	0.0	65.60	43.95	109.55	72	0.0	55.00	46.30	101.30
26	0.0	65.00	42.70	107.70	75	0.0	56.50	43.07	99.57
27	-30.0	66.00	39.00	105.00	76	0.0	54.00	46.65	100.65
28	0.0	62.00	43.42	105.42	80	0.0	58.20	40.40	98.60
29	0.0	59.90	43.86	103.76	90	0.0	53.80	40.26	94.06
30	0.0	68.70	37.28	105.98	100	0.0	54.30	39.69	93.99
30a	-48.0	68.70	36.33	105.03	105	0.0	55.60	38.31	93.91
30b	-24.0	68.70	33.53	102.23	107	0.0	52.50	40.64	93.14
31	-12.0	68.70	33.35	102.05	110	0.0	51.80	41.25	93.05
32	0.0	68.00	37.03	105.03	120	0.0	45.80	44.23	90.03
33	0.0	67.60	36.56	104.16	130	0.0	52.30	40.10	92.40
34	-30.0	67.20	34.59	101.79	135	0.0	51.30	39.82	91.12
35	0.0	65.40	37.53	102.93	140	0.0	48.70	40.52	89.22
35a	-24.0	66.50	35.94	102.44	145	0.0	50.00	41.57	91.57
35b	-12.0	66.50	34.19	100.69	150	0.0	49.30	40.65	89.95
36	-24.0	66.50	33.04	99.54	155	-100.0	49.00	38.74	87.74
37	0.0	65.40	36.95	102.35	160	0.0	49.20	41.52	90.72
38	-10.0	64.10	38.07	102.17	165	0.0	47.20	42.39	89.59
39	-30.0	64.20	37.99	102.19	170	-105.0	48.50	38.45	86.95 m

* = carico imposto M = carico massimo m = carico minimo

Numero dei nodi 52
 Portate erogate (l/s) -509.00
 Quota media (m) 58.88
 Pressione media (m) 41.91
 Carico medio (m) 100.79

viscosit... cinematica = 1.300e-006 mq/s
 errore max in q = 0.00 l/s nel nodo 30
 errore max in h = 0.0005 m nel ramo 110 - 120

2° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	Na	FLOW TYPE	L (m)	DN/PN (mm/bar)	eps (mm)	csi (-)	q (l/s)	V (m/s)	Re (E 3)	V* (cm/s)	Tau (N/mq)	sfr (E-3)	dH (m)
10	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	100.2	2.92 M	469.2	22.7	51.48	100.4	1.89
11	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	100.2	2.92	469.2	22.7	51.48	100.4	1.89
12	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	100.2	2.92	469.2	22.7	51.48	100.4	1.89
13	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	100.2	2.92	469.2	22.7	51.48	100.4	1.89
14	-	20 TR	19	AC125	0.50	2.0	34.3	2.49	253.8	18.1	32.62	100.4	1.89
20	-	24 TR	200	PRFV600	0.50	1.0	435.0	1.51	704.0	8.3	6.83	4.6	0.92
24	-	25 TR	350	PRFV450	0.50	1.0	209.9	1.35	462.3	7.3	5.37	4.9	1.72
25	-	26 TR	390	PRFV450	0.50	2.0	209.9	1.35	462.3	7.5	5.60	5.1	2.00
26	-	28 TR	360	PRFV400	0.50	1.0	206.3	1.69	513.2	9.2	8.55	8.9	3.19
28	-	29 TR	400	PRFV400	0.50	1.0	182.2	1.50	453.2	8.2	6.66	6.9	2.76
29	-	70 TR	700	PRFV400	0.50	2.0	157.6	1.29	391.9	7.1	5.04	5.2	3.66
24	-	30 TR	460	PRFV450	0.50	3.0	225.1	1.45	495.9	8.1	6.57	6.0	2.77
30	-	30a TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	-10.0	-0.39	54.2	3.5	1.20	-2.7	-0.01
30a	-	30b TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	-10.0	-0.39	54.2	2.3	0.53	-1.2	-0.22
30b	-	31 TR	100	PVC200/10	0.50	1.0	-10.0	-0.39	54.2	2.4	0.56	-1.3	-0.13
30	-	32 TR	160	PRFV450	0.50	1.0	235.1	1.51	518.0	8.5	7.16	6.6	1.05
32	-	27 TR	300	PVC200/10	0.50	1.0	-3.5	-0.14	19.1	0.9	0.07	-0.2	-0.05
27	-	26 TR	310	PVC200/10	0.50	1.0	-3.5	-0.14	19.1	0.8	0.07	-0.1	-0.05
32	-	33 TR	150	PRFV450	0.50	1.0	238.7	1.54	525.8	8.6	7.44	6.8	1.02
33	-	34 L	220	PVC200/10	0.50	1.0	-0.0	-0.00 m	0.0	0.0	0.00	-0.0	-0.00
33	-	35 TR	280	PRFV450	0.50	2.0	238.7	1.54	525.8	8.7	7.52	6.9	1.93
35	-	35a TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	3.4	1.18	2.7	0.01
35a	-	35b TR	110	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.3	0.54	1.2	0.13
35b	-	36 TR	165	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.3	0.54	1.2	0.20
35	-	37 TR	300	PRFV450	0.50	1.0	228.7	1.47	503.7	8.1	6.50	6.0	1.79
37	-	38 TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	5.9	0.23	31.8	1.4	0.19	0.4	0.12
38	-	39 TR	200	PVC200/10	0.50	1.0	-4.1	-0.16	22.4	1.0	0.10	-0.2	-0.05
39	-	28 TR	250	PVC200/10	0.50	1.0	-24.1	-0.94	130.7	5.5	3.07	-6.9	-1.73
37	-	40 TR	500	PRFV450	0.50	3.0	222.8	1.44	490.8	8.1	6.48	5.9	2.97
40	-	41 TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	15.4	0.60	83.3	3.5	1.26	2.8	0.51
41	-	42 TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-4.6	-0.18	25.1	1.1	0.13	-0.3	-0.08
42	-	29 TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-24.6	-0.96	133.4	5.6	3.18	-7.2	-2.29
40	-	65 TR	820	PRFV450	0.50	3.0	187.4	1.21	412.9	6.7	4.44	4.1	3.34
70	-	67 TR	300	PRFV350	0.50	1.0	84.5	0.93	242.7	5.2	2.66	3.2	0.95
67	-	76 TR	1000	PRFV300	0.50	2.0	42.0	0.55	131.9	3.2	1.00	1.3	1.31
67	-	65 TR	450	PRFV300	0.50	1.0	42.5	0.56	133.3	3.2	1.01	1.3	0.59
65	-	60 TR	280	PRFV400	0.50	1.0	144.8	1.19	360.2	6.6	4.32	4.5	1.25
65	-	75 TR	730	PRFV300	0.50	1.0	65.0	0.85	204.1	4.8	2.34	3.1	2.23
60	-	80 TR	690	PRFV400	0.50	1.0	124.8	1.02	310.5	5.6	3.10	3.2	2.22
70	-	72 TR	800	PRFV300	0.50	2.0	53.1	0.69	166.5	4.0	1.59	2.1	1.66
72	-	76 TR	750	PRFV300	0.50	1.0	33.1	0.43	103.8	2.5	0.61	0.8	0.60
76	-	75 TR	370	PRFV300	0.50	1.0	75.1	0.98	235.7	5.6	3.14	4.1	1.52
75	-	80 TR	410	PRFV400	0.50	1.0	120.2	0.99	298.8	5.4	2.91	3.0	1.24
80	-	90 TR	1000	PRFV450	0.50	1.0	225.0	1.45	495.7	7.7	5.95	5.5	5.46
90	-	100 TR	110	PRFV400	0.50	1.0	147.8	1.21	367.7	7.1	5.01	5.2	0.57
100	-	105 TR	220	PVC250/10	0.50	1.0	34.6	0.86	149.6	5.1	2.65	4.8	1.05
105	-	107 TR	710	PVC200/10	0.50	1.0	34.6	1.35	187.2	8.0	6.38	14.4	10.23
107	-	110 TR	270	PVC250/10	0.50	1.0	-65.4	-1.63	283.4	9.7	9.43	-17.0	-4.59
100	-	110 TR	720	PRFV300	0.50	1.0	113.3	1.48	355.4	8.4	7.10	9.3	6.68
110	-	120 TR	920	PVC250/10	0.50	1.0	-37.3	-0.93	161.3	5.4	2.87	-5.2	-4.76
90	-	130 TR	340	PRFV400	0.50	1.0	77.2	0.63	191.9	3.5	1.20	1.2	0.42
130	-	135 TR	760	PRFV300	0.50	3.0	36.9	0.48	115.9	2.8	0.78	1.0	0.77
135	-	140 TR	900	PRFV300	0.50	1.0	5.9	0.08	18.7	0.4	0.02	0.0	0.02
130	-	145 TR	360	PRFV400	0.50	1.0	40.2	0.33	100.1	1.8	0.33	0.3	0.12
145	-	150 TR	720	PRFV300	0.50	1.0	22.8	0.30	71.5	1.7	0.29	0.4	0.27
150	-	155 TR	900	PRFV300	0.50	3.0	17.3	0.23	54.3	1.3	0.17	0.2	0.20
145	-	160 TR	480	PRFV300	0.50	1.0	17.5	0.23	54.8	1.3	0.17	0.2	0.11
160	-	165 TR	640	PRFV300	0.50	1.0	17.5	0.23	54.8	1.3	0.17	0.2	0.14
165	-	170 TR	930	PRFV300	0.50	1.0	14.0	0.18	44.0	1.0	0.11	0.1	0.13
170	-	155 TR	600	PRFV300	0.50	3.0	14.0	0.18	44.0	1.1	0.11	0.1	0.09
155	-	140 TR	300	PRFV300	0.50	1.0	31.3	0.41	98.3	2.3	0.52	0.7	0.21
120	-	140 TR	240	PVC250/10	0.50	1.0	-37.3	-0.93	161.3	5.4	2.95	-5.3	-1.27
110	-	135 TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-39.9	-1.55	216.2	9.2	8.39	-18.9	-6.06
135	-	150 TR	400	PVC200/10	0.50	1.0	-8.9	-0.35	48.3	2.1	0.42	-0.9	-0.38
150	-	165 TR	480	PVC250/10	0.50	1.0	-3.4	-0.09	14.8	0.5	0.03	-0.0	-0.02
Tot./Med.		6526190		319	0.50		80.5	0.79					

(> \) = clapet aperto/chiuso (L PL TR AT) = regime; laminare/par. liscia/transiz./ass. turb.

2° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI NODO *

NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	
10	0.0	52.00	63.00	115.00	*M	40	-20.0	64.00	36.64	100.64
11	0.0	52.00	63.00	115.00	*	41	-20.0	63.00	37.13	100.13
12	0.0	52.00	63.00	115.00	*	42	-20.0	62.20	38.02	100.22
13	0.0	52.00	63.00	115.00	*	60	-20.0	61.00	35.05	96.05
14	0.0	52.00	63.00	115.00	*	65	-20.0	60.00	37.31	97.31
20	0.0	68.00	45.10	113.10		67	0.0	60.00	37.90	97.90
24	0.0	68.00	44.18	112.18		70	-20.0	57.60	41.25	98.85
25	0.0	65.60	44.86	110.46		72	-20.0	55.00	42.19	97.19
26	0.0	65.00	43.46	108.46		75	-20.0	56.50	38.57	95.07
27	0.0	66.00	42.41	108.41		76	0.0	54.00	42.59	96.59
28	0.0	62.00	43.27	105.27		80	-20.0	58.20	35.64	93.84
29	0.0	59.90	42.61	102.51		90	0.0	53.80	34.57	88.37
30	0.0	68.70	40.71	109.41		100	0.0	54.30	33.50	87.80
30a	0.0	68.70	40.73	109.43		105	0.0	55.60	31.15	86.75
30b	0.0	68.70	40.94	109.64		107	-100.0	52.50	24.02	76.52
31	10.0	68.70	41.07	109.77		110	-125.0	51.80	29.32	81.12
32	0.0	68.00	40.36	108.36		120	0.0	45.80	40.08	85.88
33	0.0	67.60	39.74	107.34		130	0.0	52.30	35.65	87.95
34	0.0	67.20	40.14	107.34		135	0.0	51.30	35.88	87.18
35	0.0	65.40	40.01	105.41		140	0.0	48.70	38.45	87.15
35a	0.0	66.50	38.89	105.39		145	0.0	50.00	37.83	87.83
35b	0.0	66.50	38.76	105.26		150	0.0	49.30	38.26	87.56
36	-10.0	66.50	38.56	105.06		155	0.0	49.00	38.36	87.36
37	0.0	65.40	38.22	103.62		160	0.0	49.20	38.52	87.72
38	-10.0	64.10	39.39	103.49		165	0.0	47.20	40.38	87.58
39	-20.0	64.20	39.34	103.54		170	0.0	48.50	38.95	87.45

* = carico imposto M = carico massimo m = carico minimo

Numero dei nodi 52
 Portate erogate (l/s) -435.00
 Quota media (m) 58.88
 Pressione media (m) 41.06
 Carico medio (m) 99.93

* NODI A CARICO IMPOSTO *

NODO	hs (m)	qs (l/s)
10	115.00	-100.2
11	115.00	-100.2
12	115.00	-100.2
13	115.00	-100.2
14	115.00	-34.3

viscosit... cinematica = 1.300e-006 mq/s
 errore max in q = 0.01 l/s nel nodo 32
 errore max in h = 0.0006 m nel ramo 110 - 120

3° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	- Na	FLOW	L	DN/PN	eps	csi	q	V	Re	V*	Tau	sfr	dH		
		TYPE	(m)	(mm/bar)	(mm)	(-)	(l/s)	(m/s)	(E 3)	(cm/s)	(N/mq)	(E-3)	(m)		
10	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	M	458.4	22.2	49.17	95.9	1.81
11	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.17	95.9	1.81
12	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.17	95.9	1.81
13	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.17	95.9	1.81
14	-	20	TR	19	AC125	0.50	2.0	33.5	2.43		247.9	17.7	31.16	95.9	1.81
20	-	24	TR	200	PRFV600	0.50	1.0	425.0	1.48		687.8	8.1	6.53	4.4	0.88
24	-	25	TR	350	PRFV450	0.50	1.0	202.5	1.30		446.2	7.1	5.00	4.6	1.61
25	-	26	TR	390	PRFV450	0.50	2.0	202.5	1.30		446.2	7.2	5.21	4.8	1.87
26	-	28	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	198.9	1.63		494.6	8.9	7.92	8.2	2.95
28	-	29	TR	400	PRFV400	0.50	1.0	188.4	1.55		468.6	8.4	7.09	7.3	2.94
29	-	70	TR	700	PRFV400	0.50	2.0	179.1	1.47		445.4	8.0	6.46	6.7	4.68
24	-	30	TR	460	PRFV450	0.50	3.0	222.5	1.43		490.1	8.0	6.44	5.9	2.72
30	-	30a	TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	3.5	1.21	2.7	0.01
30a	-	30b	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.3	0.55	1.2	0.22
30b	-	31	TR	100	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.4	0.56	1.3	0.13
30	-	32	TR	160	PRFV450	0.50	1.0	212.5	1.37		468.0	7.6	5.84	5.4	0.86
32	-	27	TR	300	PVC200/10	0.50	1.0	-3.7	-0.14		19.8	0.9	0.08	-0.2	-0.05
27	-	26	TR	310	PVC200/10	0.50	1.0	-3.7	-0.14		19.8	0.9	0.08	-0.2	-0.05
32	-	33	TR	150	PRFV450	0.50	1.0	216.1	1.39		476.1	7.8	6.09	5.6	0.84
33	-	34	L	220	PVC200/10	0.50	1.0	0.0	0.00	m	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
33	-	35	TR	280	PRFV450	0.50	2.0	216.1	1.39		476.1	7.8	6.14	5.6	1.58
35	-	35a	TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	3.5	1.20	2.7	0.01
35a	-	35b	TR	110	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.4	0.56	1.3	0.14
35b	-	36	TR	165	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.3	0.55	1.2	0.20
35	-	37	TR	300	PRFV450	0.50	1.0	206.1	1.33		454.1	7.2	5.22	4.8	1.44
37	-	38	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-10.5	-0.41		56.6	2.5	0.61	-1.4	-0.40
38	-	39	TR	200	PVC200/10	0.50	1.0	-10.5	-0.41		56.6	2.5	0.62	-1.4	-0.28
39	-	28	TR	250	PVC200/10	0.50	1.0	-10.5	-0.41		56.6	2.4	0.58	-1.3	-0.33
37	-	40	TR	500	PRFV450	0.50	3.0	216.6	1.40		477.1	7.8	6.05	5.5	2.77
40	-	41	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	-9.3	-0.36		50.5	2.2	0.47	-1.1	-0.19
41	-	42	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-9.3	-0.36		50.5	2.2	0.49	-1.1	-0.32
42	-	29	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-9.3	-0.36		50.5	2.1	0.46	-1.0	-0.33
40	-	65	TR	820	PRFV450	0.50	3.0	225.9	1.46		497.6	8.0	6.33	5.8	4.76
70	-	67	TR	300	PRFV350	0.50	1.0	74.9	0.82		215.0	4.6	2.08	2.5	0.75
67	-	76	TR	1000	PRFV300	0.50	2.0	52.1	0.68		163.6	3.9	1.52	2.0	1.98
67	-	65	TR	450	PRFV300	0.50	1.0	22.7	0.30		71.3	1.7	0.29	0.4	0.17
65	-	60	TR	280	PRFV400	0.50	1.0	149.1	1.22		370.8	6.7	4.54	4.7	1.32
65	-	75	TR	730	PRFV300	0.50	1.0	79.6	1.04		249.6	5.9	3.47	4.5	3.31
60	-	80	TR	690	PRFV400	0.50	1.0	149.1	1.22		370.8	6.6	4.39	4.6	3.14
70	-	72	TR	800	PRFV300	0.50	2.0	64.2	0.84		201.6	4.8	2.30	3.0	2.41
72	-	76	TR	750	PRFV300	0.50	1.0	24.2	0.32		76.1	1.8	0.33	0.4	0.32
76	-	75	TR	370	PRFV300	0.50	1.0	76.4	1.00		239.7	5.6	3.10	4.0	1.50
75	-	80	TR	410	PRFV400	0.50	1.0	115.9	0.95		288.3	5.2	2.70	2.8	1.15
80	-	90	TR	1000	PRFV450	0.50	1.0	225.0	1.45		495.7	7.7	5.94	5.5	5.45
90	-	100	TR	110	PRFV400	0.50	1.0	72.2	0.59		179.6	3.4	1.16	1.2	0.13
100	-	105	TR	220	PVC250/10	0.50	1.0	13.0	0.32		56.2	1.9	0.36	0.6	0.14
105	-	107	TR	710	PVC200/10	0.50	1.0	13.0	0.51		70.3	3.0	0.87	2.0	1.40
107	-	110	TR	270	PVC250/10	0.50	1.0	13.0	0.32		56.2	1.9	0.35	0.6	0.17
100	-	110	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	59.2	0.77		185.9	4.3	1.82	2.4	1.71
110	-	120	TR	920	PVC250/10	0.50	1.0	49.9	1.24		216.3	7.2	5.13	9.3	8.52
90	-	130	TR	340	PRFV400	0.50	1.0	152.8	1.25		380.0	6.9	4.80	5.0	1.69
130	-	135	TR	760	PRFV300	0.50	3.0	59.6	0.78		187.0	4.5	2.03	2.7	2.02
135	-	140	TR	900	PRFV300	0.50	1.0	77.3	1.01		242.7	6.1	3.70	4.8	4.36
130	-	145	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	93.2	0.77		231.8	4.3	1.84	1.9	0.68
145	-	150	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	51.9	0.68		162.9	3.9	1.53	2.0	1.44
150	-	155	TR	900	PRFV300	0.50	3.0	55.4	0.72		173.7	4.2	1.80	2.4	2.12
145	-	160	TR	480	PRFV300	0.50	1.0	41.3	0.54		129.5	3.1	0.99	1.3	0.62
160	-	165	TR	640	PRFV300	0.50	1.0	41.3	0.54		129.5	3.1	0.98	1.3	0.82
165	-	170	TR	930	PRFV300	0.50	1.0	42.4	0.55		132.9	3.2	1.04	1.4	1.26
170	-	155	TR	600	PRFV300	0.50	3.0	42.4	0.55		132.9	3.3	1.09	1.4	0.85
155	-	140	TR	300	PRFV300	0.50	1.0	97.7	1.28		306.7	7.4	5.46	7.1	2.14
120	-	140	TR	240	PVC250/10	0.50	1.0	-50.1	-1.25		216.7	7.3	5.29	-9.5	-2.29
110	-	135	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	22.3	0.87		120.7	5.1	2.59	5.8	1.87
135	-	150	TR	400	PVC200/10	0.50	1.0	4.5	0.18		24.6	1.1	0.11	0.3	0.10
150	-	165	PL	480	PVC250/10	0.50	1.0	1.1	0.03		4.7	0.2	0.00	0.0	0.00
Tot./Med.		6526190		319		0.50		89.4		0.87					

(> \) = clapet aperto/chiuso (L PL TR AT) = regime: laminare/par. liscia/transiz./ass. turb.

3° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI NODO *

NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	
10	0.0	52.00	63.00	115.00	*M	40	0.0	64.00	38.11	102.11
11	0.0	52.00	63.00	115.00	*	41	0.0	63.00	39.30	102.30
12	0.0	52.00	63.00	115.00	*	42	0.0	62.20	40.42	102.62
13	0.0	52.00	63.00	115.00	*	60	0.0	61.00	35.03	96.03
14	0.0	52.00	63.00	115.00	*	65	-20.0	60.00	37.35	97.35
20	0.0	68.00	45.19	113.19		67	0.0	60.00	37.52	97.52
24	0.0	68.00	44.31	112.31		70	-40.0	57.60	40.67	98.27
25	0.0	65.60	45.10	110.70		72	-40.0	55.00	40.86	95.86
26	0.0	65.00	43.84	108.84		75	-40.0	56.50	37.54	94.04
27	0.0	66.00	42.79	108.79		76	0.0	54.00	41.54	95.54
28	0.0	62.00	43.89	105.89		80	-40.0	58.20	34.69	92.89
29	0.0	59.90	43.05	102.95		90	0.0	53.80	33.64	87.44
30	0.0	68.70	40.89	109.59		100	0.0	54.30	33.01	87.31
30a	0.0	68.70	40.88	109.58		105	0.0	55.60	31.57	87.17
30b	0.0	68.70	40.66	109.36		107	0.0	52.50	33.27	85.77
31	-10.0	68.70	40.53	109.23		110	0.0	51.80	33.80	85.60
32	0.0	68.00	40.73	108.73		120	-100.0	45.80	31.28	77.08
33	0.0	67.60	40.30	107.90		130	0.0	52.30	33.45	85.75
34	0.0	67.20	40.70	107.90		135	0.0	51.30	32.43	83.73
35	0.0	65.40	40.92	106.32		140	-125.0	48.70	30.67	79.37
35a	0.0	66.50	39.81	106.31		145	0.0	50.00	35.06	85.06
35b	0.0	66.50	39.67	106.17		150	0.0	49.30	34.33	83.63
36	-10.0	66.50	39.46	105.96		155	0.0	49.00	32.51	81.51
37	0.0	65.40	39.48	104.88		160	0.0	49.20	35.25	84.45
38	0.0	64.10	41.18	105.28		165	0.0	47.20	36.43	83.63
39	0.0	64.20	41.36	105.56		170	0.0	48.50	33.86	82.36

* = carico imposto M = carico massimo m = carico minimo

Numero dei nodi 52
 Portate erogate (l/s) -425.00
 Quota media (m) 58.88
 Pressione media (m) 40.64
 Carico medio (m) 99.52

* NODI A CARICO IMPOSTO *

NODO	hs (m)	qs (l/s)
10	115.00	-97.9
11	115.00	-97.9
12	115.00	-97.9
13	115.00	-97.9
14	115.00	-33.5

viscosità cinematica = 1.300e-006 mq/s
 errore max in q = 0.01 l/s nel nodo 32
 errore max in h = 0.0009 m nel ramo 105 - 107

4° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	Na	FLOW TYPE	L (m)	DN/PN (mm/bar)	eps (mm)	csi (-)	q (l/s)	V (m/s)	Re (E 3)	V* (cm/s)	Tau (N/mq)	sfr (E-3)	dH (m)
10	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85 M	458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
11	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
12	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
13	-	20 AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
14	-	20 TR	19	AC125	0.50	2.0	33.5	2.43	247.9	17.7	31.16	95.9	1.81
20	-	24 TR	200	PRFV600	0.50	1.0	425.0	1.48	687.8	8.1	6.53	4.4	0.88
24	-	25 TR	350	PRFV450	0.50	1.0	201.4	1.30	443.7	7.0	4.95	4.5	1.59
25	-	26 TR	390	PRFV450	0.50	2.0	201.4	1.30	443.7	7.2	5.16	4.7	1.85
26	-	28 TR	360	PRFV400	0.50	1.0	196.6	1.61	488.9	8.8	7.74	8.0	2.89
28	-	29 TR	400	PRFV400	0.50	1.0	184.9	1.52	459.8	8.3	6.82	7.1	2.83
29	-	70 TR	700	PRFV400	0.50	2.0	173.4	1.42	431.2	7.8	6.04	6.3	4.38
24	-	30 TR	460	PRFV450	0.50	3.0	223.6	1.44	492.5	8.1	6.51	6.0	2.75
30	-	30a TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	3.5	1.21	2.7	0.01
30a	-	30b TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.3	0.55	1.2	0.22
30b	-	31 TR	100	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.4	0.56	1.3	0.13
30	-	32 TR	160	PRFV450	0.50	1.0	213.6	1.38	470.5	7.7	5.91	5.4	0.87
32	-	27 TR	300	PVC200/10	0.50	1.0	-4.8	-0.19	26.1	1.1	0.13	-0.3	-0.09
27	-	26 TR	310	PVC200/10	0.50	1.0	-4.8	-0.19	26.1	1.1	0.13	-0.3	-0.09
32	-	33 TR	150	PRFV450	0.50	1.0	218.4	1.41	481.1	7.9	6.23	5.7	0.86
33	-	34 L	220	PVC200/10	0.50	1.0	0.0	0.00 m	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
33	-	35 TR	280	PRFV450	0.50	2.0	218.4	1.41	481.2	7.9	6.28	5.8	1.61
35	-	35a TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	3.5	1.20	2.7	0.01
35a	-	35b TR	110	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.4	0.56	1.3	0.14
35b	-	36 TR	165	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	54.2	2.3	0.55	1.2	0.20
35	-	37 TR	300	PRFV450	0.50	1.0	208.4	1.34	459.1	7.3	5.34	4.9	1.47
37	-	38 TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-11.7	-0.46	63.4	2.7	0.74	-1.7	-0.48
38	-	39 TR	200	PVC200/10	0.50	1.0	-11.7	-0.46	63.4	2.7	0.74	-1.7	-0.34
39	-	28 TR	250	PVC200/10	0.50	1.0	-11.7	-0.46	63.4	2.7	0.74	-1.7	-0.42
37	-	40 TR	500	PRFV450	0.50	3.0	220.1	1.42	484.9	7.9	6.25	5.7	2.87
40	-	41 TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	-11.5	-0.45	62.4	2.7	0.72	-1.6	-0.29
41	-	42 TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	-11.5	-0.45	62.4	2.7	0.71	-1.6	-0.47
42	-	29 TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-11.5	-0.45	62.3	2.7	0.71	-1.6	-0.51
40	-	65 TR	820	PRFV450	0.50	3.0	231.6	1.49	510.2	8.1	6.62	6.1	4.98
70	-	67 TR	300	PRFV350	0.50	1.0	106.1	1.16	304.7	6.4	4.15	5.0	1.49
67	-	76 TR	1000	PRFV300	0.50	2.0	72.0	0.94	225.9	5.2	2.73	3.6	3.57
67	-	65 TR	450	PRFV300	0.50	1.0	34.1	0.45	107.0	2.6	0.65	0.9	0.38
65	-	60 TR	280	PRFV400	0.50	1.0	174.4	1.43	433.7	7.9	6.18	6.4	1.79
65	-	75 TR	730	PRFV300	0.50	1.0	91.3	1.19	286.6	6.6	4.33	5.7	4.13
60	-	80 TR	690	PRFV400	0.50	1.0	174.4	1.43	433.7	7.7	5.97	6.2	4.27
70	-	72 TR	800	PRFV300	0.50	2.0	67.3	0.88	211.2	5.0	2.51	3.3	2.63
72	-	76 TR	750	PRFV300	0.50	1.0	67.3	0.88	211.2	5.0	2.48	3.2	2.43
76	-	75 TR	370	PRFV300	0.50	1.0	59.3	0.78	186.1	4.4	1.96	2.6	0.95
75	-	80 TR	410	PRFV400	0.50	1.0	150.6	1.24	374.6	6.7	4.54	4.7	1.93
80	-	90 TR	1000	PRFV450	0.50	1.0	225.0	1.45	495.7	7.7	5.94	5.5	5.45
90	-	100 TR	110	PRFV400	0.50	1.0	50.9	0.42	126.6	2.4	0.60	0.6	0.07
100	-	105 TR	220	PVC250/10	0.50	1.0	9.3	0.23	40.1	1.4	0.19	0.3	0.08
105	-	107 TR	710	PVC200/10	0.50	1.0	9.3	0.36	50.2	2.1	0.46	1.0	0.74
107	-	110 TR	270	PVC250/10	0.50	1.0	9.3	0.23	40.1	1.4	0.19	0.3	0.09
100	-	110 TR	720	PRFV300	0.50	1.0	41.6	0.54	130.7	3.1	0.96	1.3	0.90
110	-	120 TR	920	PVC250/10	0.50	1.0	27.5	0.69	119.2	4.0	1.57	2.8	2.60
90	-	130 TR	340	PRFV400	0.50	1.0	174.1	1.43	433.0	7.8	6.10	6.3	2.15
130	-	135 TR	760	PRFV300	0.50	3.0	39.8	0.52	124.9	3.0	0.91	1.2	0.90
135	-	140 TR	900	PRFV300	0.50	1.0	43.5	0.57	136.4	3.2	1.04	1.4	1.22
130	-	145 TR	360	PRFV400	0.50	1.0	134.3	1.10	334.0	6.0	3.64	3.8	1.36
145	-	150 TR	720	PRFV300	0.50	1.0	51.8	0.68	162.5	3.8	1.48	1.9	1.39
150	-	155 TR	900	PRFV300	0.50	3.0	25.3	0.33	79.5	1.9	0.37	0.5	0.43
145	-	160 TR	480	PRFV300	0.50	1.0	82.5	1.08	258.9	6.0	3.57	4.7	2.24
160	-	165 TR	640	PRFV300	0.50	1.0	82.5	1.08	258.9	6.0	3.55	4.6	2.97
165	-	170 TR	930	PRFV300	0.50	1.0	28.7	0.37	90.0	2.1	0.46	0.6	0.56
170	-	155 TR	600	PRFV300	0.50	3.0	-96.3	-1.26	302.3	7.1	5.03	-6.6	-3.95
155	-	140 TR	300	PRFV300	0.50	1.0	-71.0	-0.93	222.8	5.2	2.70	-3.5	-1.06
120	-	140 TR	240	PVC250/10	0.50	1.0	27.5	0.69	119.2	4.0	1.61	2.9	0.70
110	-	135 TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	23.4	0.91	126.6	5.4	2.88	6.5	2.08
135	-	150 TR	400	PVC200/10	0.50	1.0	19.7	0.77	106.8	4.5	2.05	4.6	1.85
150	-	165 TR	480	PVC250/10	0.50	1.0	46.2	1.15	199.9	6.6	4.42	8.0	3.82
Tot./Med.		6526190		319	0.50		93.4	0.91					

(> \) = clapet aperto/chiuso (L PL TR AT) = regime: laminare/par. liscia/transiz./ass. turb.

4° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI NODO *

NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)	NODO	qe (l/s)	z (m)	p (m)	h (m)
10	0.0	52.00	63.00	115.00 *M	40	0.0	64.00	37.89	101.89
11	0.0	52.00	63.00	115.00 *	41	0.0	63.00	39.18	102.18
12	0.0	52.00	63.00	115.00 *	42	0.0	62.20	40.45	102.65
13	0.0	52.00	63.00	115.00 *	60	0.0	61.00	34.11	95.11
14	0.0	52.00	63.00	115.00 *	65	0.0	60.00	36.90	96.90
20	0.0	68.00	45.19	113.19	67	0.0	60.00	37.29	97.29
24	0.0	68.00	44.31	112.31	70	0.0	57.60	41.18	98.78
25	0.0	65.60	45.12	110.72	72	0.0	55.00	41.15	96.15
26	0.0	65.00	43.87	108.87	75	0.0	56.50	36.27	92.77
27	0.0	66.00	42.78	108.78	76	-80.0	54.00	39.72	93.72
28	0.0	62.00	43.99	105.99	80	-100.0	58.20	32.64	90.84
29	0.0	59.90	43.26	103.16	90	0.0	53.80	31.59	85.39
30	0.0	68.70	40.86	109.56	100	0.0	54.30	31.02	85.32
30a	0.0	68.70	40.85	109.55	105	0.0	55.60	29.65	85.25
30b	0.0	68.70	40.63	109.33	107	0.0	52.50	32.01	84.51
31	-10.0	68.70	40.50	109.20	110	0.0	51.80	32.62	84.42
32	0.0	68.00	40.69	108.69	120	0.0	45.80	36.01	81.81
33	0.0	67.60	40.24	107.84	130	0.0	52.30	30.94	83.24
34	0.0	67.20	40.64	107.84	135	0.0	51.30	31.04	82.34
35	0.0	65.40	40.82	106.22	140	0.0	48.70	32.42	81.12
35a	0.0	66.50	39.71	106.21	145	0.0	50.00	31.88	81.88
35b	0.0	66.50	39.57	106.07	150	0.0	49.30	31.19	80.49
36	-10.0	66.50	39.37	105.87	155	0.0	49.00	31.06	80.06
37	0.0	65.40	39.35	104.75	160	0.0	49.20	30.44	79.64
38	0.0	64.10	41.14	105.24	165	-100.0	47.20	29.47	76.67
39	0.0	64.20	41.37	105.57	170	-125.0	48.50	27.61	76.11

* = carico imposto M = carico massimo m = carico minimo

Numero dei nodi 52
 Portate erogate (l/s) -425.00
 Quota media (m) 58.88
 Pressione media (m) 39.90
 Carico medio (m) 98.78

* NODI A CARICO IMPOSTO *

NODO	hs (m)	qs (l/s)
10	115.00	-97.9
11	115.00	-97.9
12	115.00	-97.9
13	115.00	-97.9
14	115.00	-33.5

viscosità cinematica = 1.300e-006 mq/s
 errore max in q = 0.01 l/s nel nodo 35a
 errore max in h = 0.0001 m nel ramo 37 - 40

5° CONDIZIONE DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	- Na	FLOW	L	DN/PN	eps	csi	q	V	Re	V*	Tau	sfr	dH		
		TYPE	(m)	(mm/bar)	(mm)	(-)	(l/s)	(m/s)	(E 3)	(cm/s)	(N/mq)	(E-3)	(m)		
10	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	M	458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
11	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
12	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
13	-	20	AT	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85		458.4	22.2	49.18	95.9	1.81
14	-	20	TR	19	AC125	0.50	2.0	33.5	2.43		247.9	17.7	31.16	95.9	1.81
20	-	24	TR	200	PRFV600	0.50	1.0	425.0	1.48		687.8	8.1	6.53	4.4	0.88
24	-	25	TR	350	PRFV450	0.50	1.0	175.8	1.13		387.2	6.1	3.77	3.5	1.21
25	-	26	TR	390	PRFV450	0.50	2.0	175.8	1.13		387.2	6.3	3.93	3.6	1.41
26	-	28	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	160.1	1.31		398.2	7.2	5.14	5.3	1.92
28	-	29	TR	400	PRFV400	0.50	1.0	131.9	1.08		328.1	5.9	3.47	3.6	1.44
29	-	70	TR	700	PRFV400	0.50	2.0	105.8	0.87		263.2	4.7	2.25	2.3	1.63
24	-	30	TR	460	PRFV450	0.50	3.0	249.2	1.61		549.1	9.0	8.09	7.4	3.41
30	-	30a	TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	3.5	1.22	2.7	0.01
30a	-	30b	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.3	0.55	1.2	0.22
30b	-	31	TR	100	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.4	0.56	1.3	0.13
30	-	32	TR	160	PRFV450	0.50	1.0	239.2	1.54		527.0	8.6	7.42	6.8	1.09
32	-	27	TR	300	PVC200/10	0.50	1.0	-15.6	-0.61		84.8	3.7	1.37	-3.1	-0.93
27	-	26	TR	310	PVC200/10	0.50	1.0	-15.6	-0.61		84.7	3.7	1.37	-3.1	-0.96
32	-	33	TR	150	PRFV450	0.50	1.0	154.9	1.00		341.2	5.6	3.13	2.9	0.43
33	-	34	L	220	PVC200/10	0.50	1.0	0.0	0.00	m	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
33	-	35	TR	280	PRFV450	0.50	2.0	154.9	1.00		341.2	5.6	3.16	2.9	0.81
35	-	35a	TR	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	3.5	1.20	2.7	0.01
35a	-	35b	TR	110	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.4	0.56	1.3	0.14
35b	-	36	TR	165	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39		54.2	2.3	0.55	1.2	0.20
35	-	37	TR	300	PRFV450	0.50	1.0	144.9	0.93		319.2	5.1	2.58	2.4	0.71
37	-	38	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	11.8	0.46		63.9	2.7	0.75	1.7	0.49
38	-	39	TR	200	PVC200/10	0.50	1.0	1.8	0.07		9.7	0.4	0.02	0.0	0.01
39	-	28	TR	250	PVC200/10	0.50	1.0	-28.2	-1.10		152.8	6.6	4.29	-9.7	-2.42
37	-	40	TR	500	PRFV450	0.50	3.0	133.1	0.86		293.2	4.8	2.28	2.1	1.05
40	-	41	TR	180	PVC200/10	0.50	1.0	13.9	0.54		75.3	3.2	1.05	2.4	0.43
41	-	42	TR	290	PVC200/10	0.50	1.0	13.9	0.54		75.3	3.2	1.04	2.3	0.68
42	-	29	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	-26.1	-1.02		141.4	6.0	3.66	-8.2	-2.64
40	-	65	TR	820	PRFV450	0.50	3.0	119.2	0.77		262.6	4.2	1.75	1.6	1.32
70	-	67	TR	300	PRFV350	0.50	1.0	71.4	0.78		205.0	4.3	1.88	2.2	0.67
67	-	76	TR	1000	PRFV300	0.50	2.0	30.8	0.40		96.6	2.2	0.50	0.7	0.65
67	-	65	TR	450	PRFV300	0.50	1.0	40.6	0.53		127.4	3.0	0.93	1.2	0.55
65	-	60	TR	280	PRFV400	0.50	1.0	109.5	0.90		272.3	4.9	2.44	2.5	0.71
65	-	75	TR	730	PRFV300	0.50	1.0	50.3	0.66		157.9	3.6	1.31	1.7	1.25
60	-	80	TR	690	PRFV400	0.50	1.0	109.5	0.90		272.3	4.9	2.35	2.4	1.68
70	-	72	TR	800	PRFV300	0.50	2.0	34.5	0.45		108.1	2.6	0.66	0.9	0.69
72	-	76	TR	750	PRFV300	0.50	1.0	34.5	0.45		108.1	2.5	0.65	0.8	0.64
76	-	75	TR	370	PRFV300	0.50	1.0	65.2	0.85		204.7	4.9	2.37	3.1	1.15
75	-	80	TR	410	PRFV400	0.50	1.0	115.5	0.95		287.3	5.2	2.67	2.8	1.13
80	-	90	TR	1000	PRFV450	0.50	1.0	225.0	1.45		495.7	7.7	5.94	5.5	5.45
90	-	100	TR	110	PRFV400	0.50	1.0	61.7	0.51		153.6	3.0	0.88	0.9	0.10
100	-	105	TR	220	PVC250/10	0.50	1.0	11.2	0.28		48.7	1.7	0.28	0.5	0.11
105	-	107	TR	710	PVC200/10	0.50	1.0	11.2	0.44		60.9	2.6	0.68	1.5	1.08
107	-	110	TR	270	PVC250/10	0.50	1.0	11.2	0.28		48.7	1.7	0.28	0.5	0.14
100	-	110	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	50.5	0.66		158.5	3.8	1.41	1.8	1.33
110	-	120	TR	920	PVC250/10	0.50	1.0	36.6	0.91		158.4	5.3	2.77	5.0	4.60
90	-	130	TR	340	PRFV400	0.50	1.0	163.2	1.34		406.0	7.3	5.36	5.6	1.89
130	-	135	TR	760	PRFV300	0.50	3.0	58.6	0.77		183.8	4.4	1.96	2.6	1.95
135	-	140	TR	900	PRFV300	0.50	1.0	72.7	0.95		228.1	5.4	2.91	3.8	3.43
130	-	145	TR	360	PRFV400	0.50	1.0	104.7	0.86		260.4	4.7	2.21	2.3	0.82
145	-	150	TR	720	PRFV300	0.50	1.0	57.3	0.75		179.8	4.3	1.81	2.4	1.70
150	-	155	TR	900	PRFV300	0.50	3.0	65.0	0.85		204.0	4.9	2.44	3.2	2.86
145	-	160	TR	480	PRFV300	0.50	1.0	47.4	0.62		148.7	3.4	1.18	1.5	0.74
160	-	165	TR	640	PRFV300	0.50	1.0	47.4	0.62		148.7	3.4	1.17	1.5	0.98
165	-	170	TR	930	PRFV300	0.50	1.0	50.7	0.66		159.2	3.8	1.44	1.9	1.75
170	-	155	TR	600	PRFV300	0.50	3.0	50.7	0.66		159.2	3.7	1.40	1.8	1.10
155	-	140	TR	300	PRFV300	0.50	1.0	-9.3	-0.12		29.1	0.7	0.05	-0.1	-0.02
120	-	140	TR	240	PVC250/10	0.50	1.0	36.6	0.91		158.4	5.3	2.85	5.1	1.23
110	-	135	TR	320	PVC200/10	0.50	1.0	25.2	0.98		136.3	5.8	3.33	7.5	2.41
135	-	150	TR	400	PVC200/10	0.50	1.0	11.0	0.43		59.8	2.5	0.64	1.4	0.58
150	-	165	TR	480	PVC250/10	0.50	1.0	3.3	0.08		14.5	0.5	0.02	0.0	0.02
Tot./Med.			6526190			319	0.50		75.9	0.77					

(> \) = clapet aperto/chiuso (L PL TR AT) = regime: laminare/par. liscia/transiz./ass. turb.

RIEPILOGO DEI CASI ESTREMI NELLE CONDIZIONI DI CARICO

* RISULTATI DI RAMO *

Np	Na	L (m)	DN/PN (mm/bar)	eps (mm)	csi (-)	qmin (l/s)	Vmin (m/s)	qmax (l/s)	Vmax (m/s)
10	- 20	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	117.2	3.41 M
11	- 20	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	117.2	3.41
12	- 20	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	117.2	3.41
13	- 20	19	AC200	0.50	2.0	97.9	2.85	117.2	3.41
14	- 20	19	AC125	0.50	2.0	33.5	2.43	40.2	2.91
20	- 24	200	PRFV600	0.50	1.0	425.0	1.48	509.0	1.77
24	- 25	350	PRFV450	0.50	1.0	175.8	1.13	209.9	1.35
25	- 26	390	PRFV450	0.50	2.0	175.8	1.13	209.9	1.35
26	- 28	360	PRFV400	0.50	1.0	160.1	1.31	206.3	1.69
28	- 29	400	PRFV400	0.50	1.0	131.9	1.08	188.4	1.55
29	- 70	700	PRFV400	0.50	2.0	105.8	0.87	179.1	1.47
24	- 30	460	PRFV450	0.50	3.0	222.5	1.43	307.3	1.98
30	-30a	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	84.0	3.27
30a	-30b	180	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	36.0	1.40
30b	- 31	100	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	12.0	0.47
30	- 32	160	PRFV450	0.50	1.0	212.5	1.37	239.2	1.54
32	- 27	300	PVC200/10	0.50	1.0	2.9	0.11	15.6	0.61
27	- 26	310	PVC200/10	0.50	1.0	3.5	0.14	27.1	1.06
32	- 33	150	PRFV450	0.50	1.0	154.9	1.00	238.7	1.54
33	- 34	220	PVC200/10	0.50	1.0	0.0	0.00 m	30.0	1.17
33	- 35	280	PRFV450	0.50	2.0	154.9	1.00	238.7	1.54
35	-35a	5	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	60.0	2.34
35a	-35b	110	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	36.0	1.40
35b	- 36	165	PVC200/10	0.50	1.0	10.0	0.39	24.0	0.93
35	- 37	300	PRFV450	0.50	1.0	130.5	0.84	228.7	1.47
37	- 38	290	PVC200/10	0.50	1.0	5.9	0.23	11.8	0.46
38	- 39	200	PVC200/10	0.50	1.0	1.8	0.07	11.7	0.46
39	- 28	250	PVC200/10	0.50	1.0	10.5	0.41	33.0	1.28
37	- 40	500	PRFV450	0.50	3.0	123.4	0.80	222.8	1.44
40	- 41	180	PVC200/10	0.50	1.0	9.3	0.36	27.6	1.08
41	- 42	290	PVC200/10	0.50	1.0	2.4	0.09	13.9	0.54
42	- 29	320	PVC200/10	0.50	1.0	9.3	0.36	32.4	1.26
40	- 65	820	PRFV450	0.50	3.0	95.8	0.62	231.6	1.49
70	- 67	300	PRFV350	0.50	1.0	71.4	0.78	106.1	1.16
67	- 76	1000	PRFV300	0.50	2.0	28.7	0.37	72.0	0.94
67	- 65	450	PRFV300	0.50	1.0	22.7	0.30	46.0	0.60
65	- 60	280	PRFV400	0.50	1.0	98.5	0.81	174.4	1.43
65	- 75	730	PRFV300	0.50	1.0	43.3	0.57	91.3	1.19
60	- 80	690	PRFV400	0.50	1.0	98.5	0.81	174.4	1.43
70	- 72	800	PRFV300	0.50	2.0	34.5	0.45	67.3	0.88
72	- 76	750	PRFV300	0.50	1.0	24.2	0.32	67.3	0.88
76	- 75	370	PRFV300	0.50	1.0	59.3	0.78	76.4	1.00
75	- 80	410	PRFV400	0.50	1.0	106.5	0.87	150.6	1.24
80	- 90	1000	PRFV450	0.50	1.0	205.0	1.32	225.0	1.45
90	-100	110	PRFV400	0.50	1.0	50.9	0.42	147.8	1.21
100	-105	220	PVC250/10	0.50	1.0	9.3	0.23	34.6	0.86
105	-107	710	PVC200/10	0.50	1.0	9.3	0.36	34.6	1.35
107	-110	270	PVC250/10	0.50	1.0	9.3	0.23	65.4	1.63
100	-110	720	PRFV300	0.50	1.0	41.6	0.54	113.3	1.48
110	-120	920	PVC250/10	0.50	1.0	27.5	0.69	49.9	1.24
90	-130	340	PRFV400	0.50	1.0	77.2	0.63	174.1	1.43
130	-135	760	PRFV300	0.50	3.0	36.9	0.48	59.6	0.78
135	-140	900	PRFV300	0.50	1.0	5.9	0.08	77.3	1.01
130	-145	360	PRFV400	0.50	1.0	40.2	0.33	134.3	1.10
145	-150	720	PRFV300	0.50	1.0	22.8	0.30	57.3	0.75
150	-155	900	PRFV300	0.50	3.0	17.3	0.23	65.0	0.85
145	-160	480	PRFV300	0.50	1.0	17.5	0.23	82.5	1.08
160	-165	640	PRFV300	0.50	1.0	17.5	0.23	82.5	1.08
165	-170	930	PRFV300	0.50	1.0	14.0	0.18	63.2	0.83
170	-155	600	PRFV300	0.50	3.0	14.0	0.18	96.3	1.26
155	-140	300	PRFV300	0.50	1.0	9.3	0.12	97.7	1.28
120	-140	240	PVC250/10	0.50	1.0	27.5	0.69	50.1	1.25
110	-135	320	PVC200/10	0.50	1.0	22.3	0.87	39.9	1.55
135	-150	400	PVC200/10	0.50	1.0	4.5	0.18	19.7	0.77
150	-165	480	PVC250/10	0.50	1.0	1.1	0.03	46.2	1.15

(> \) = clapet aperto/chiuso

RIEPILOGO DEI CASI ESTREMI NELLE CONDIZIONI DI CARICO

* RISULTATI DI NODO *

NODO	z (m)	qe (l/s)	pmin (m)	hmin (m)	pmax (m)	hmax (m)
10	52.00	0.0	63.00 *	115.00	63.00 M	115.00
11	52.00	0.0	63.00 *	115.00	63.00	115.00
12	52.00	0.0	63.00 *	115.00	63.00	115.00
13	52.00	0.0	63.00 *	115.00	63.00	115.00
14	52.00	0.0	63.00 *	115.00	63.00	115.00
20	68.00	0.0	44.41	112.41	45.19	113.19
24	68.00	0.0	43.15	111.15	44.31	112.31
25	65.60	0.0	43.95	109.55	45.50	111.10
26	65.00	0.0	42.70	107.70	44.69	109.69
27	66.00	0.0	39.00	105.00	42.79	108.79
28	62.00	0.0	43.27	105.27	45.78	107.78
29	59.90	0.0	42.61	102.51	46.44	106.34
30	68.70	0.0	37.28	105.98	40.89	109.59
30a	68.70	0.0	36.33	105.03	40.88	109.58
30b	68.70	0.0	33.53	102.23	40.94	109.64
31	68.70	-10.0	33.35	102.05	41.07	109.77
32	68.00	-100.0	37.03	105.03	40.73	108.73
33	67.60	0.0	36.56	104.16	40.30	107.90
34	67.20	0.0	34.59	101.79	40.70	107.90
35	65.40	0.0	37.53	102.93	41.17	106.57
35a	66.50	0.0	35.94	102.44	40.05	106.55
35b	66.50	0.0	34.19	100.69	39.91	106.41
36	66.50	-10.0	33.04	99.54	39.71	106.21
37	65.40	0.0	36.95	102.35	40.46	105.86
38	64.10	-10.0	38.07	102.17	41.27	105.37
39	64.20	-30.0	37.99	102.19	41.37	105.57
40	64.00	0.0	36.64	100.64	40.81	104.81
41	63.00	0.0	36.78	99.78	41.38	104.38
42	62.20	-40.0	37.60	99.80	41.50	103.70
60	61.00	0.0	34.11	95.11	41.78	102.78
65	60.00	0.0	36.90	96.90	43.49	103.49
67	60.00	0.0	37.29	97.29	44.03	104.03
70	57.60	0.0	40.67	98.27	47.11	104.71
72	55.00	0.0	40.86	95.86	49.02	104.02
75	56.50	0.0	36.27	92.77	45.73	102.23
76	54.00	0.0	39.72	93.72	49.38	103.38
80	58.20	0.0	32.64	90.84	42.90	101.10
90	53.80	0.0	31.59	85.39	41.85	95.65
100	54.30	0.0	31.02	85.32	41.25	95.55
105	55.60	0.0	29.65	85.25	39.84	95.44
107	52.50	0.0	24.02 m	76.52	41.85	94.35
110	51.80	0.0	29.32	81.12	42.42	94.22
120	45.80	0.0	31.28	77.08	44.23	90.03
130	52.30	0.0	30.94	83.24	41.46	93.76
135	51.30	0.0	31.04	82.34	40.51	91.81
140	48.70	-100.0	30.67	79.37	40.52	89.22
145	50.00	0.0	31.88	81.88	42.93	92.93
150	49.30	0.0	31.19	80.49	41.93	91.23
155	49.00	-125.0	31.06	80.06	39.37	88.37
160	49.20	0.0	30.44	79.64	42.99	92.19
165	47.20	0.0	29.47	76.67	44.01	91.21
170	48.50	0.0	27.61	76.11	40.96	89.46



CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.5
Data: 20 gennaio 2000
Scala:
Rev. n°:
File: 342_b_rel_tec_imp.doc

Titolo:

RELAZIONE TECNICO IMPIANTISTICA



IL PROGETTISTA

CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI

SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI

(Ing. Marco Sevrini)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE

(Dr. Giuseppe Arcidiacono)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE

(Per. Ing. Franco Cocchi)

CONSORZIO DI BONIFICA RENO-PALATA**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA IRRIGUO IN
PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO (PROVINCIA DI MODENA).**

1° STRALCIO DEL PROGETTO GENERALE**CENTRALE DI POMPAGGIO*****RELAZIONE TECNICO-IMPIANTISTICA*****PARTE GENERALE**

La centrale di pompaggio di San Cesario è composta essenzialmente da un fabbricato e da un'opera di presa.

In considerazione dell'elevata potenza elettrica richiesta dalle elettropompe che verranno installate, è necessario che l'alimentazione alla centrale venga effettuata dall'ENEL in media tensione a 15 kV d'esercizio.

Il fabbricato è pertanto suddiviso in n° 3 locali aventi accesso diretto dall'esterno ed isolati fra loro da pareti in muratura (v. disegni di progetto allegati):

- all'interno di un locale, il cui accesso è consentito solamente al personale dell'ENEL, saranno collocate le apparecchiature per la consegna in M.T. a 15 kV;
- all'interno del locale attiguo, il cui accesso è consentito al personale dell'ENEL ed al personale che gestirà il funzionamento della centrale, saranno collocati i contatori ENEL;
- all'interno del locale più ampio (sala quadri), il cui accesso è consentito esclusivamente al personale che gestirà il funzionamento della centrale, verranno installati:
 - su un lato, il quadro protetto della cabina di M.T. a 15 kV d'esercizio;
 - sul lato opposto, il quadro di B.T. a 380 Volt d'esercizio ed i due elettrocompressori d'aria (n° 1 nel presente primo stralcio del progetto).

Il livello di rumorosità prodotto dagli elettrocompressori (funzionanti contemporaneamente) dovrà essere contenuto entro i limiti stabiliti dalle vigenti norme (D.L. 277 / 91 e succ. integraz. e modif.); pertanto questi ultimi dovranno essere isolati dalla sala quadri mediante apposite pareti divisorie fonoassorbenti.

Sono previste apposite aperture di aerazione con griglie nelle pareti esterne in corrispondenza dei trasformatori elettrici di potenza e degli elettrocompressori; è prevista la predisposizione per la futura eventuale installazione di un estrattore d'aria da collocare a parete pilotato da termostato ambiente.

Il pozzetto a doppia parete per la raccolta dell'olio dei trasformatori, esterno al fabbricato, è collegato ai bacini di contenimento delle unità trasformatori del quadro di M.T. mediante apposite tubazioni incombustibili.

All'esterno del fabbricato, in prossimità degli elettrocompressori, saranno posizionati n° 2 serbatoi d'aria compressa collaudati dall'ISPSL (n° 1 nel presente primo stralcio del progetto).

L'opera di presa è una struttura in cemento armato posta sul bacino idrico (v. disegni di progetto allegati), nella quale verranno collocati:

- n° 6 elettropompe sommerse (n° 3 nel presente primo stralcio del progetto), all'interno di n° 6 tubi metallici verticali già predisposti;
- le tubazioni di mandata delle elettropompe da installare, complete di flange, curve e pezzi speciali;
- valvole di ritegno tipo " Venturi ", valvole a saracinesca, giunti di smontaggio sulle tubazioni;
- il collettore principale di mandata, i trasduttori elettrici ausiliari.

L'accesso ai vani superiori dell'opera di presa è previsto mediante scalette fissate a parete, previa apertura e/o smontaggio dei grigliati metallici carrabili sovrastanti (dotati lucchetti e di bulloneria di fissaggio), In adiacenza al manufatto, è prevista la posa di n° 2 colonnine stradali (n° 1 nel presente primo stralcio del progetto) contenenti le morsettiere di collegamento delle elettropompe, dei trasduttori e delle apparecchiature elettriche accessorie.

I collegamenti fra il fabbricato e l'opera di presa sono costituiti da:

- cavidotti interrati, composti da pozzetti in c.a. e tubazioni in PVC, contenenti i cavi elettrici di potenza suddivisi da quelli di segnale;
- conduttori di protezione ed equipotenziali;
- tubazione metallica interrata del sistema pneumatico, flangiata fra i serbatoi dell'aria compressa ed il collettore di mandata.

L'unità PLC (controllore programmabile) gestirà tutta la centrale di pompaggio, comprese le anomalie e gli allarmi, a partire dal punto di consegna dell'ENEL fino alle elettropompe ed alle altre utenze; essa sarà prediposta e idonea per gestire quelle parti d'impianto citate nella presente relazione ma non comprese nel primo stralcio del progetto.

Sono previsti tre modi di funzionamento della centrale di pompaggio:

- modo " manuale - locale ": su ogni unità di comando dei quadri di M.T. e di B.T., mediante appositi selettori " manuale / automatico " e " locale / distanza", si impostano i livelli " manuale " e " locale " e si comanda direttamente da quadro l'apparecchiatura prescelta tramite pulsantiera;
- modo " automatico locale ": su ogni unità di comando dei quadri di M.T. e di B.T., mediante appositi selettori " manuale / automatico " e " locale / distanza", si impostano i livelli " automatico " e " locale " ed il PLC provvede a gestire i funzionamenti secondo il programma pre-impostato;
- modo " automatico - distanza ": su ogni unità di comando dei quadri di M.T. e di B.T., mediante appositi selettori " manuale / automatico " e " locale / distanza", si impostano i livelli " automatico " e " distanza " ed il PLC provvede a gestire i funzionamenti secondo il programma pre-impostato. Il collegamento necessario per la remotizzazione della gestione è previsto mediante linea telefonica (rete fissa o GSM).

Tutte le protezioni elettriche ed elettroniche, nonché i dispositivi di sicurezza, prescindono dal funzionamento del PLC.

E' prevista la realizzazione di un sistema di protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica a più livelli (MT, BT, segnali).

Il sistema elettrico di alimentazione in B.T. è: TN-S.

La protezione contro i contatti diretti è prevista mediante l'isolamento delle parti attive e la protezione con involucri.

La protezione contro i contatti indiretti è prevista mediante collegamento a terra delle masse e interruzione automatica dei circuiti, con interruttori differenziali.

L'impianto di terra è costituito da:

- un dispersore di terra composto da una corda di rame nudo interrata e disposta ad anello attorno al fabbricato, integrata da picchetti verticali in acciaio zincato a caldo collocati in appositi pozzetti ispezionabili;
- un collettore principale di terra, composto da una piastra di rame stagnato opportunamente dimensionata e fissata a parete all'interno della sala quadri, collegato al dispersore di cui sopra mediante apposito conduttore di terra;
- conduttori di terra per il collegamento al collettore principale - eventualmente mediante altri collettori - dei morsetti di neutro dei trasformatori elettrici, degli scaricatori di sovratensione e di tutte le " masse " secondo norme CEI (strutture dei quadri di M.T. e di B.T., ecc.);
- conduttori equipotenziali per il collegamento al collettore principale - eventualmente mediante altri collettori - di tutte le "masse estranee " (tubi di contenimento delle elettropompe, tubazioni di mandata, ecc.) secondo norme CEI.

NORME DI RIFERIMENTO

Per la fornitura e la posa in opera di tutto quanto è oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le norme tecniche e di legge vigenti e applicabili; in particolare le seguenti:

Norme CEI, in particolare emanate dai seguenti Comitati Tecnici:

- 3 Documentazione e segni grafici;
- 20 Cavi di potenza;
- 22 Elettronica di potenza;
- 23 Apparecchiatura a bassa tensione;
- 33 Condensatori;
- 44 Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali;
- 64 Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.);
- 65 Controllo e misura nei processi industriali;
- 81 Protezione contro i fulmini;
- 96 Trasformatori di sicurezza e di isolamento;
- 110 Compatibilità elettromagnetica;

Norme UNI: norme applicabili;

Norme di legge:

- Legge n°46/90 "Norme per la sicurezza degli impianti";
- D.P.R. n°447/91 "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 n°46 in materia di sicurezza degli impianti";
- D.Lgs. 277/91 "Attuazione delle direttive CEE ... in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro";

- D.Lgs. 626/94 "Attuazione delle direttive CEE ... riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro", come modificato e integrato dal D.Lgs. 242/96;
- D.Lgs. 115/95 "Attuazione della direttiva 92/59/CEE) relativa alla sicurezza generale dei prodotti";
- D.P.R. 459/96 "Regolamento per l'attuazione delle direttive CEE ... concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine";
- D Lgs. 493/96 "Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro";
- D Lgs. 494/96 "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili";
- D Lgs. 615/96 "Attuazione della direttiva 89/3368/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993";
- D Lgs. 626/96 "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- Legge 791/77 "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n°73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione", e successive modifiche ed integrazioni;
- D.Lgs.22/97 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio";
- Legge 05/11/71 n°1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. 14/02/92 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. 16/01/96 Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, dei carichi e dei sovraccarichi";
- Circolare M.L.P. 24/06/1993 (istruzioni relative al D.M. 14/02/92);
- D.M.L.P. 9/01/1996 (norme tecniche per opere in c.a. ed a struttura metallica);
- Istruzioni CNR 10024/86 (analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo);
- D.M. 24/05/1999 n°246 "Regolamento recante norme concernenti i requisiti tecnici per la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei serbatoi interrati".

DOCUMENTAZIONE A CORREDO DELL'OPERA

A corredo dell'intera opera oggetto della presente relazione, dovranno essere consegnati:

- le dichiarazioni di conformità alle norme applicabili, rilasciate dai costruttori (assemblatori) dei quadri elettrici;
- copia dei verbali di collaudo relativi alle prove individuali / di accettazione effettuate secondo norme CEI di pertinenza;
- programmi e applicativi relativi al software di automazione e supervisione;

- copia della documentazione riguardante le apparecchiature ed i componenti utilizzati;
- disegno fronte quadri elettrici e armadi e relativi ingombri;
- disegno pannelli interni dei quadri elettrici e armadi;
- schemi funzionali di potenza, di comando e segnalazione;
- disegni interconnessione elettrica tra varie apparecchiature;
- schema morsettiere;
- lista degli equipaggiamenti installati;
- lista cavi;
- elenco targhette;
- libretti di istruzione per apparecchiature c.s. composti da:
 - disegni apparecchiatura completi di ingombro e sezione,
 - manuale di istruz. con raccomandazioni per installazione, trasporto e magazzinamento,
 - elenco parti componenti,
 - elenco parti di ricambio;
- disegni di installazione dell'impianto (planimetria con ubicazione utenze, quadri armadi e componenti vari; planimetria dettagliata della rete di terra, con collettori di terra e connessioni dell'impianto di terra);
- siglatura utenze;
- dichiarazione di conformita' secondo Legge 46/90;
- analisi rischi (sicurezza) applicabili al quadro ed all'impianto realizzato, con elenco requisiti e soluzioni contro i rischi.

Tale documentazione, dovrà essere consegnata: nelle versioni preliminari alla consegna definitiva, in n°1 copia su supporto cartaceo; nelle versioni definitive, in n°1 copia su supporto cartaceo, disposta in apposito raccoglitore (unico per tutta l'opera) ben ordinata e catalogata (con indice, ecc.) e in n°1 copia completa (comprensiva di tutte le parti presenti nella copia cartacea) su supporto informatico (CD) in ambiente Windows95 o successivo, file *.DWG (Autocad) per disegni, file *.DOC (word) per i testi e file *.TIF per le parti diverse che richiedono di essere digitalizzate mediante scanner.

Prima dell'espletamento della fornitura, a cura dell'impresa aggiudicataria dovrà essere fornita alla D.L. copia preliminare della documentazione ritenuta necessaria da quest'ultima.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

I lavori previsti nella presente relazione comprendono la realizzazione di quanto è più sotto elencato; le opere civili sono descritte nel capitolato speciale d'appalto; sono comunque comprese:

- le opere murarie e accessorie necessarie per dare finita l'opera a regola d'arte, completa e perfettamente funzionante;
- tutti gli apprestamenti necessari ai fini della sicurezza e salute del personale operante in cantiere durante i lavori di cui sopra, secondo la normativa di legge vigente;
- la documentazione a corredo dell'opera, come da prescrizioni riportate nel precedente paragrafo.

Pertanto sono richiesti la fornitura, il trasporto e la posa in opera, compresi la messa in servizio ed il collaudo, di:

1. CABINA DI M.T.;
2. QUADRO ELETTRICO DI B.T.;
3. COLLEGAMENTI ELETTRICI E DI TERRA;
4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E PRESE;
5. ALLACCIAMENTI ENEL E TELECOM;
6. ELETTROPOMPE;
7. ELETTROCOMPRESSORI E SERBATOI D'ARIA;
8. TRASDUTTORI;
9. GRU DI SERVIZIO;
10. TUBAZIONI E VALVOLE PN16.

Nel dettaglio:

1. CABINA DI M.T.

Fornitura e posa in opera di un quadro protetto di media tensione in esecuzione a scomparti prefabbricati modulari assiemabili aventi le seguenti:

1.1. Caratteristiche generali

- Struttura del quadro protetto realizzata in lamiera di acciaio pressopiegata di spessore minimo 2 mm, verniciata con smalto a polveri epossidiche colore grigio RAL 7030;
 - esecuzione normale per interni;
 - accessibilità dal fronte per mezzo di portelle incernierate e di pannelli avvitati;
 - barrature in piatto di rame a spigoli arrotondati supportate da isolatori in resina epossidica;
 - messa a terra di ogni unità realizzata con una sbarra collettrice in rame di sezione minima 50mm^2 ;
 - messa a terra delle apparecchiature e delle portelle realizzata con sbarre e trecce flessibili in rame;
 - impianto di protezione contro le scariche atmosferiche;
 - portelle dotate di oblò di ispezione e di targhe con le istruzioni di manovra;
 - interblocchi meccanici tra le apparecchiature e le portelle al fine di garantire l'assoluta sicurezza di manovra ed antinfortunistica;
 - golfari di sollevamento smontabili;
 - idoneo carrello munito di piano ad altezza variabile (mediante pompa idraulica azionata a pedale) in dotazione al quadro per la estraibilità degli interruttori;
 - piastre di fondo con passacavi;
 - impianto di illuminazione degli scomparti opportunamente schermato;
 - idonee cassette di derivazione con morsettiere WEIDMULLER tipo WDU o equivalente e di condotti interni opportunamente schermati per tutti i collegamenti elettrici ausiliari (comandi, protezioni, segnalazioni, illuminazione scomparti, ecc.);
 - contatti ausiliari su tutte le apparecchiature per il controllo mediante PLC;
 - controllori in ogni unità collegati in rete (sistema a intelligenza distribuita) al PLC centrale;
 - serie di leve e attrezzi speciali;
- (sui pannelli:)

- raffigurazione di tipo sinottico del circuito M.T. sul fronte quadri, mediante listelli in alluminio colorato;
- pulsanti, selettori, portalampe ecc. CEMA o equivalente;
- selettori a tre posizioni " manuale - stop- automatico " su tutte le unità interruttori del quadro;
- lampade di segnalazione di tipo al neon;
- targhette in plexiglass incise;

Nota: tutte le apparecchiature ed i componenti installati nella cabina di MT oggetto della presente prescrizione, quando presenti in più di un esemplare, dovranno essere della medesima marca e del medesimo tipo.

- sistema di raccolta dell'olio dei trasformatori conforme alle prescrizioni del DM 24/05/1999 n° 246, composto da: serbatoio metallico avente capacità di 1 m³ a doppia camera isolato esternamente in vetroresina, da interrare all'esterno del fabbricato; dispositivo per il monitoraggio in continuo dell'intercapedine; tubazioni metalliche per il collegamento ai pozzetti di raccolta olio dai trasformatori; dispositivi di sfiato e accessori a completamento.

1.2. Caratteristiche tecniche

- Tensione nominale 24 kV;
- tensione di prova a 50Hz per 1' 55 kV;
- tensione di prova ad impulso 125 kV;
- corrente nominale delle sbarre 630A;
- corrente di breve durata 1" 12,5kA;
- corrente limite dinamica 31,5 kA;

- grado di protezione sull'involucro esterno IP3X;
- grado di protezione sulle segregazioni e sui diaframmi interni IP2X;

1.3. Norme di rispetto

- CEI 17-6;
- CEI 17-1;
- CEI 17-9;
- DPR 547 / 55.

1.4. Caratteristiche costruttive

1.4.1. unità "interruttore generale"

Dimensioni L 1000 x P 1150 x H 2550 mm + basamento H 300 mm, composta da:

- cella sbarre completa di:
 - n°1 terna di derivatori capacitivi con lampade di segnalazione;
- pannello superiore porta strumenti, completo di PLC Moeller PS4 o equivalente per controllo unità connesso in rete al PLC centrale;
- cella interruttore generale completa di:
 - n°1 sezionatore rotativo tripolare a vuoto di sbarra, 630 A 12.5 kA 24 kV, dotato di blocco a chiave;

- n°1 sezionatore rotativo tripolare a vuoto di linea (inferiore), 630 A 12,5 kA 24 kV, dotato di lame di terra (a valle) e blocco a chiave;
- n°1 interruttore in gas SF6 SACE HAR 24.06.12 o equivalente dotato di bobina di apertura, blocco a chiave, comando a motore 220 V relè elettronico diretto PR 512PD (50-51) o equivalente con tre captatori di corrente, accessori per l'estraibilità dell'interruttore;
- cella arrivo linea completa di:
 - n°1 sezionatore tripolare di terra a manovra indipendente con doppio blocco a chiave (in apertura e in chiusura)
 - n°1 terna di derivatori capacitivi con lampade di segnalazione;
 - n°3 scaricatori di sovratensione con involucro polimerico tipo DEHN serie EGB mod. EGB18, con relativi accessori di montaggio: supporti isolati M7, dispositivi di sezionamento E4, dispositivi di segnalazione a bandiera tipo ENEL,

1.4.2. Unità "interruttore trasformatore n°1"

Dimensioni L 700 x P 1150 x H 1950 mm + basamento H 300 mm, composta da:

- sopralzo H 600 mm;
- cella sbarre completa di:
 - n°1 terna di derivatori capacitivi con lampade di segnalazione.
- pannello superiore porta strumenti, completo di PLC Moeller PS4 o equivalente per controllo presente unità ed unità "trasformatore n°1" connesso in rete al PLC centrale;
- cella interruttore completa di:
 - n°1 sezionatore rotativo tripolare a vuoto di sbarra, 630 A 12,5 kA 24 kV, dotato di lame di terra (a valle) e di blocco a chiave;
 - n°1 interruttore in gas SF6 SACE HAR 24.06.12 o equivalente dotato di bobina di apertura, blocco a chiave, comando a motore 220 V, relè elettronico diretto PR 512PD (50-51) o equivalente con tre captatori di corrente, accessori per l'estraibilità dell'interruttore;
 - n°1 sezionatore tripolare di linea-terra con blocco a chiave completo di dispositivo di blocco porta;
 - n°1 terna di derivatori capacitivi con lampade di segnalazione;

1.4.3. Unità " trasformatore n° 1 "

Dimensioni L 1600 x P 1150 (1350) x H 2250 mm, composta da:

- cella sbarre H 600 mm (sopralzo) completa di:
 - sbarre predisposte e pannelli di chiusura sul fianco destro asportabili per futuro accoppiamento della " Unità interruttore trasformatore n° 2 ";
- cella trasformatore completa di:
 - vasca di raccolta dell'olio del trasformatore, con raccordo sul fondo per tubazione di scarico Ø 100 mm e dotata di protezione continua per il canale verticale portacavi di B.T.;
 - n°3 fusibili NH 63 A gG o gL inseriti in sezionatori a strappo da fissare a parete, derivati dai morsetti secondari di fase del trasformatore mediante cavi FG7R sezione 1x35 mm²,
 - scaricatori di corrente da fulmine DEHNport art. 900100 (255 V) o equivalenti, inseriti in custodia stagna provata con corrente di fulmine art.902486 da fissare a parete, derivati dai morsetti in uscita dei porta fusibili e riferiti mediante contattiera a

pettine art.900611 al morsetto di neutro del medesimo trasformatore, mediante cavo FG7R sezione $1 \times 35 \text{ mm}^2$; le lunghezze dei conduttori dovranno essere le più brevi possibili, il conduttore di neutro dovrà essere mantenuto distanziato dai tre conduttori di fase,

- testate dei cavi di energia dotate di terminali termorestringenti tipo 3M o equivalenti e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni;
- trasformatore elettrico di potenza avente le caratteristiche sotto riportate;

1.4.3.1. Caratteristiche della macchina

- Trasformatore elettrico di potenza, del tipo a perdite ridotte, integralmente conforme alla normativa CEI vigente ed in particolare alle seguenti:
 - norme CEI 14-4 e relative varianti V1-V2-V3-V4 (trasformatori di potenza),
 - pubblicazione CEI fascicolo 1167G (guida per esecuzione prove),
 - norme CEI 14-7 (marcatura dei terminali),
 - tabelle CEI-UNEL 21010 - 21011 - 21012 - 21013 - 21014 (caratteristiche dimensionali e componenti),
 - norme CEI 10-1 e pubblicazione CEI fascicolo 1467G (oli minerali isolanti);
- trasformatore trifase ad avvolgimenti separati;
- tipo per interno;
- raffreddamento ONAN (olio naturale all'interno, aria naturale all'esterno);
- liquido isolante: olio minerale non contaminato da PCB e PCT, rispondente alle Classi 1 oppure 2 delle norme CEI 10-1;
- frequenza nominale 50 Hz;
- potenza nominale 400 kVA;
- servizio continuo;
- avvolgimenti in rame;
- tensione nominale avvolgimenti A.T.: 15 kV;
- tensione nominale avvolgimenti B.T.: 0,4 kV;
- tensione massima (valore efficace): A.T. 17,5 kV, B.T. 1,1 kV;
- avvolgimento di A.T. con prese a piena potenza corrispondenti ad un campo di regolazione di $+ 2 \times 2,5\% - 3 \times 2,5\%$, relativo commutatore per manovra fuori tensione a 5 posizioni (marcatura delle prese secondo norma CEI 14-7);
- simbolo dei collegamenti: Dy n11;
- isolatori passanti: lato A.T. n.3 tipo 20/250, lato B.T. n.4 tipo 1/630 (isolatori contraddistinti con etichette autoadesive inalterabili secondo norme CEI 14-7); la parte metallica dell'isolatore di neutro dovrà essere dipinta di blu;
- aste spinterometriche in corrispondenza degli isolatori di A.T.;
- tensione di corto circuito: 4%;
- perdite a carico 3650 W;
- perdite a vuoto 740 W;
- corrente a vuoto 0,9% I_n ;
- livello di potenza sonora 54 dB (A);
- dispositivi di appoggio e scorrimento: 4 rulli, con perni e forcelle smontabili;
- dispositivi di sollevamento e di bloccaggio: 2 golfari per il sollevamento della macchina e occhielli per il bloccaggio della stessa durante il trasporto, al fine di evitare danneggiamenti;

- dispositivi di scarico dell'olio, posizionato alla base della cassa, con valvola a sfera di 1" gas maschio con tappo a tenuta di 1" gas;
- due attacchi per la messa a terra della macchina, alla base della cassa (lato minore), con bulloneria e relativo simbolo;
- quattro portatarghe sui quattro lati della macchina con relative n° 2 targhe di alluminio (da applicare sui lati più visibili dall'esterno del quadro) recanti la matricola, il contrassegno CEI e le caratteristiche principali (art. 5 parte I norme CEI 14-4);
- conservatore dell'olio, con due misuratori di livello dell'olio magnetici, di cui uno dotato di contatti elettrici , tappo di riempimento diametro 50 mm dotato di dispositivo di respirazione e predisposto per la sigillatura, dispositivo di spurgo;

- cassetta di centralizzazione, con relativi morsetti tipo WEIDMULLER WDU-2,5 o equivalenti, pressacavi e cavi di collegamento tipo NIVVK; le testate dei cavi dovranno essere dotate di tubetti terminali preisolati tipo CEMBRE PKE di idonei colori, la morsetti e i conduttori dovranno essere dotati di targhette e numerazioni tipo MODERNOTECNICA;
- termometro a quadrante con doppi contatti elettrici;
- relè Buchholtz;
- bulloneria di acciaio zincato;
- adeguato rivestimento protettivo interno ed esterno; il rivestimento esterno dovrà essere applicato con più mani di vernice colore RAL 7031 (ciclo ENEL) per ottenere uno spessore finale del film secco di 120 micron metro;
- quant'altro necessario a completamento.

Dovranno essere rispettati i valori sopra prescritti con le tolleranze ammesse dalla tabella III art. 7 parte I delle norme CEI 14-4, modificata dalla variante V1 (grandezze soggette a garanzia); oltre i limiti massimi di tolleranza ammessi dalla citata tabella, la fornitura delle macchine verrà rifiutata.

1.4.3.2. Collaudo della macchina

Il trasformatore oggetto della fornitura dovrà essere sottoposto a prove di collaudo, allo scopo di accertarne la rispondenza alle presenti prescrizioni ed alle norme CEI; tali prove dovranno essere effettuate a carico dell'Impresa aggiudicataria nell'officina di costruzione della macchina, alla presenza di un Tecnico del Committente.

Le prove di cui sopra, da effettuarsi con le modalità previste dalle norme CEI 14-4 e relative varianti, nonché dalla pubblicazione CEI fascicolo 1167G, sono essenzialmente le seguenti:

- a) misura della resistenza degli avvolgimenti;
- b) misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità e dei collegamenti;
- c) misura della tensione di corto circuito (presa principale), dell'impedenza di corto circuito e delle perdite a carico;
- d) misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- e) misura delle caratteristiche dell'olio minerale isolante secondo le specifiche norme;
- f) altre prove prescritte dalla direzione lavori.

A seguito delle prove di cui sopra, dovrà essere redatto apposito verbale di collaudo.

Un campione dell'olio minerale contenuto nella macchina dovrà essere consegnato ad un idoneo laboratorio per l'esecuzione dell'analisi gascromatografica: sulla macchina dovrà essere applicato l'apposito cartello recante la dicitura " NO PCB " ed il certificato d'analisi integrerà la documentazione di collaudo.

Il Committente si riserva la facoltà di eseguire prove di collaudo in altra sede, entro 15 giorni dalla data di consegna della macchina e del certificato di analisi; nell'eventualità che, durante le prove, emergessero caratteristiche difformi da quanto previsto, la fornitura delle macchine verrà rifiutata.

1.4.4. Unità " interruttore trasformatore n° 2 "

Unità non prevista nel presente primo stralcio del progetto;

1.4.5. Unità " trasformatore n° 2 "

Unità non prevista nel presente primo stralcio del progetto;

1.4.6. Unità " interruttore trasformatore servizi "

Dimensioni L 700 x P 1150 x H 1950 mm + basamento H 300 mm, composta da:

- cella sbarre;
- pannello superiore porta strumenti, completo di PLC Moeller PS4 o equivalente per controllo presente unità ed unità "trasformatore servizi" connesso in rete al PLC centrale;
- cella interruttore completa di:
 - n°1 interruttore di manovra-sezionatore rotativo tripolare, 400 A 12,5 kA 24 kV, portafusibili e fusibili per protezione trafo da 50 kVA, lame di terra (a valle), blocco a chiave, contatti ausiliari;
 - n° 3 fusibili di scorta;
 - n°1 sezionatore tripolare di linea-terra con blocco a chiave completo di dispositivo di blocco porta;
 - n°1 terna di derivatori capacitivi con lampade di segnalazione;

1.4.7. Unità " trasformatore servizi "

Dimensioni L 1400 x P 1150 (1350) x H 2250 mm, composta da:

- cella sbarre H 600 mm (sopralzo) completa di:
- cella trasformatore completa di:
 - vasca di raccolta dell'olio del trasformatore, con raccordo sul fondo per tubazione di scarico Ø 100 mm e dotata di protezione continua per il canale verticale porta cavi di B.T.;
 - n°3 fusibili NH 63 A gG o gL inseriti in sezionatori a strappo da fissare a parete, derivati dai morsetti secondari di fase del trasformatore mediante cavi FG7R sezione 1x35 mm²,
 - scaricatori di corrente da fulmine DEHNport art. 900100 (255 V) o equivalenti, inseriti in custodia stagna provata con corrente di fulmine art.902486 da fissare a parete, derivati dai morsetti in uscita dei porta fusibili e riferiti mediante contattiera a pettine art.900611 al morsetto di neutro del medesimo trasformatore, mediante cavo FG7R sezione 1x35 mm²; le lunghezze dei conduttori dovranno essere le più brevi possibili, il conduttore di neutro dovrà essere mantenuto distanziato dai tre conduttori di fase,

- testate dei cavi di energia dotate di terminali termorestringenti tipo 3M o equivalenti e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni;
- trasformatore elettrico di potenza avente le caratteristiche sotto riportate;

1.4.7.1. Caratteristiche della macchina

Trasformatore elettrico di potenza, del tipo a perdite ridotte, integralmente conforme alla normativa CEI vigente ed in particolare alle seguenti:

- norme CEI 14-4 e relative varianti V1-V2-V3-V4 (trasformatori di potenza),
- pubblicazione CEI fascicolo 1167G (guida per esecuzione prove),
- norme CEI 14-7 (marcatura dei terminali),
- tabelle CEI-UNEL 21010 - 21011 - 21012 - 21013 - 21014 (caratteristiche dimensionali e componenti),
- norme CEI 10-1 e pubblicazione CEI fascicolo 1467G (oli minerali isolanti);
- trasformatore trifase ad avvolgimenti separati;
- tipo per interno;
- raffreddamento ONAN (olio naturale all'interno, aria naturale all'esterno);
- liquido isolante: olio minerale non contaminato da PCB e PCT, rispondente alle Classi 1 oppure 2 delle norme CEI 10-1;
- frequenza nominale 50 Hz;
- potenza nominale 50 kVA;
- servizio continuo;
- avvolgimenti in rame;
- tensione nominale avvolgimenti A.T.: 15 kV;
- tensione nominale avvolgimenti B.T.: 0,4 kV;
- tensione massima (valore efficace): A.T. 17,5 kV, B.T. 1,1 kV;
- avvolgimento di A.T. con prese a piena potenza corrispondenti ad un campo di regolazione di + 2 x 2,5% - 3 x 2,5%, relativo commutatore per manovra fuori tensione a 5 posizioni (marcatura delle prese secondo norma CEI 14-7);
- simbolo dei collegamenti: Dy n11;
- isolatori passanti: lato A.T. n.3 tipo 20/250, lato B.T. n.4 tipo 1/630 (isolatori contraddistinti con etichette autoadesive inalterabili secondo norme CEI 14-7); la parte metallica dell'isolatore di neutro dovrà essere dipinta di blu;
- aste spinterometriche in corrispondenza degli isolatori di A.T.;
- tensione di corto circuito: 4%;
- perdite a carico 850 W;
- perdite a vuoto 150 W;
- corrente a vuoto 1,9% I_n;
- livello di potenza sonora 46 dB (A);
- dispositivi di appoggio e scorrimento: 4 rulli, con perni e forcelle smontabili;
- dispositivi di sollevamento e di bloccaggio: 2 golfari per il sollevamento della macchina e occhielli per il bloccaggio della stessa durante il trasporto, al fine di evitare danneggiamenti;
- dispositivi di scarico dell'olio, posizionato alla base della cassa, con valvola a sfera di 1" gas maschio con tappo a tenuta di 1" gas;
- due attacchi per la messa a terra della macchina, alla base della cassa (lato minore), con bulloneria e relativo simbolo;

- quattro portatarghe sui quattro lati della macchina con relative n° 2 targhe di alluminio (da applicare sui lati più visibili dall'esterno del quadro) recanti la matricola, il contrassegno CEI e le caratteristiche principali (art. 5 parte I norme CEI 14-4);
- conservatore dell'olio, con due misuratori di livello dell'olio magnetici, di cui uno dotato di contatti elettrici , tappo di riempimento diametro 50 mm dotato di dispositivo di respirazione e predisposto per la sigillatura, dispositivo di spurgo;
- cassetta di centralizzazione, con relativi morsettiere tipo WEIDMULLER tipo WDU-2,5, pressacavi e cavi di collegamento tipo NIVVK; le testate dei cavi dovranno essere dotate di tubetti terminali preisolati tipo CEMBRE PKE di idonei colori, la morsettiere ed i conduttori dovranno essere dotati di targhette e numerazioni tipo MODERNOTECNICA;
- termometro a quadrante con doppi contatti elettrici;
- relè Buchholtz;
- bulloneria di acciaio zincato;
- adeguato rivestimento protettivo interno ed esterno; il rivestimento esterno dovrà essere applicato con più mani di vernice colore RAL 7031 (ciclo ENEL) per ottenere uno spessore finale del film secco di 120 micron metro;
- quant'altro necessario a completamento.

Dovranno essere rispettati i valori sopra prescritti con le tolleranze ammesse dalla tabella III art. 7 parte I delle norme CEI 14-4, modificata dalla variante V1 (grandezze soggette a garanzia); oltre i limiti massimi di tolleranza ammessi dalla citata tabella, la fornitura delle macchine verrà rifiutata.

1.4.7.2. Collaudo della macchina

Come precedente punto 1.4.3.2..

1.5. Installazione del quadro di M.T.

L'installazione delle unità del quadro protetto dovrà essere effettuata, dopo la posa dei canali portacavi, fissando i basamenti delle strutture al pavimento, mediante idonei tasselli.

L'ubicazione delle unità risulta dai disegni di progetto allegati.

2. QUADRO ELETTRICO DI B.T.

Fornitura e posa in opera di un quadro di bassa tensione in esecuzione a scomparti prefabbricati modulari assiemabili aventi le seguenti:

2.1. Caratteristiche generali

- Struttura realizzata in lamiera di acciaio pressopiegata di spessore minimo 2 mm verniciata con smalto a polveri epossidiche colore grigio RAL 7030;
- esecuzione normale per interni;
- grado di protezione minimo sull'involucro esterno del quadro: IP30;
- grado di protezione minimo all'interno del quadro: IP2X;
- compartimentazioni interne: tra scomparto e scomparto, tra zona sbarre e zona cavi, tra zona apparecchi e zona cavi, piastre di fondo con passacavi;

- accessibilità dal fronte e dal retro per mezzo di portelle incernierate, dotate di serrature a chiave, di interblocchi elettrici e/o meccanici con le apparecchiature;
 - barrature in piatto di rame a spigoli arrotondati supportate da isolatori in resina epossidica;
 - messa a terra di ogni unità realizzata con una sbarra colletttrice in rame di sezione opportuna;
 - messa a terra delle apparecchiature e delle portelle realizzata con sbarre e trecce flessibili in rame;
 - interblocchi elettrici e/o meccanici tra le apparecchiature e le portelle al fine di garantire la sicurezza antinfortunistica;
 - sui pannelli: pulsanti, selettori, portalampade ecc. tipo CEMA o equivalente;
 - selettori a tre posizioni " manuale - stop- automatico " su tutte le unità del quadro;
 - lampade di segnalazione di tipo al neon;
 - impianto di illuminazione degli scomparti opportunamente schermato;
 - impianto con resistenze anticondensa e relativi termostati/umidostati;
 - morsettiere tipo WEIDMULLER WDU o equivalente;
 - testate dei cavi di energia dotate di terminali termorestringenti tipo 3M o equivalente e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni,
testate dei cavi di comando e segnalazione dotate di tubetti terminali preisolati tipo CEMBRE PKE o equivalente di idonei colori;
 - contatti ausiliari su tutte le apparecchiature per il controllo mediante PLC;
 - controllori in ogni unità collegati in rete (sistema a intelligenza distribuita) al PLC centrale;
 - targhette in plexiglass incise sull'involucro esterno, targhette e numerazioni tipo MODERNOTECNICA o equivalente all'interno per identificare tutte le apparecchiature ed i componenti principali;
 - targhe di pericolo e di istruzione per l'esecuzione delle manovre;
 - golfari di sollevamento smontabili;
 - serie di leve e attrezzi speciali;
- Nota: tutte le apparecchiature ed i componenti installati nel quadro di BT oggetto della presente prescrizione, quando presenti in più di un esemplare, dovranno essere della medesima marca e del medesimo tipo.

2.2. Caratteristiche tecniche

- Tensione nominale: 380 V;
- tensione nominale 660 V;
- tensione di prova a 50Hz per 1': 3 kV per circuiti di potenza, 2 kV per circuiti ausiliari;
- corrente nominale delle sbarre 1500 A;

2.3. Norme di rispetto

- CEI 17-13/1;
- CEI 17-5;
- CEI 17-3;
- DPR 547 / 55.

2.4. Caratteristiche costruttive

Ogni scomparto componente il quadro dovrà avere le seguenti dimensioni approssimative d'ingombro:

L 600 x P 1000 x H 2200 mm + basamento H 300 mm

2.4.1. Unità di " arrivo dal trafo n°1 "

Composta da:

- cella sbarre;
- cella interruttore generale;
- cella arrivo linea;
- n°1 interruttore quadripolare tipo SACE o equivalente in esecuzione estraibile, dotato di blocco a chiave, comando a motore 220 V, contatti ausiliari, sganciatori di massima corrente regolabili;

- pannello superiore porta strumenti;
- n° 3 trasformatori di corrente;
- strumenti (modulari): voltmetro, amperometro, commutatori voltmetrico e amperometrico;
- relè elettronico di protezione trasformatore;
- apparecchiature e dispositivi di sicurezza;

2.4.2. Unità di " arrivo dal trafo n° 2 "

Come precedente punto 2.4.1..

2.4.3. Unità di comando e protezione elettropompa n° 1

Potenza nominale prevista 22 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 40 kW;

composta da un cassetto modulare estraibile, inserito in apposita cella, per il comando di motori trifasi a gabbia, avviamento per servizio pesante non reversibile, stella-triangolo, categoria d'impiego AC3, contenente:

- interruttore automatico in scatola isolante e relativa maniglia per comando rinviato;
 - relè differenziale a soglie regolabili;
 - relè elettronico di protezione integrale del motore;
 - contattori di potenza ed ausiliari;
 - temporizzatori,
 - trasformatore per circuiti ausiliari e protezioni;
 - morsettiere e cablaggi completi;
- (sul pannello frontale)
- maniglia di comando lucchettabile per le posizioni di:
 - funzionamento: cassetto bloccato, interruttore principale manovrabile tramite maniglia separata;
 - prova: interruttore principale aperto, circuito di comando collegato, cassetto bloccato;
 - sezionato: cassetto estratto parzialmente e bloccato, circuiti principali e di comando sezionati;

movimento: circuiti principale e di comando sezionati, cassetto sbloccato, possibile l'estrazione del cassetto dalla cella;

- pulsanti e segnalazioni;
- contaore di funzionamento;
- amperometro;

2.4.4. Unità di comando e protezione elettropompa n° 2

Potenza nominale prevista 45 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 60 kW;

Come precedente punto 2.4.3..

2.4.5. Unità di comando e protezione elettropompa n° 3

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 92 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 120 kW;

Come precedente punto 2.4.6..

2.4.6. Unità di comando e protezione elettropompa n° 4

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 92 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 120 kW;

unità composta da un cassetto modulare estraibile, inserito in apposita cella, per il comando di motori trifasi a gabbia, avviamento per servizio pesante non reversibile stella-triangolo, categoria d'impiego AC3, predisposto per:

- interruttore automatico in scatola isolante e relativa maniglia per comando rinviato;
- relè differenziale;
- relè elettronico di protezione integrale del motore;
- contattori di potenza ed ausiliari;
- temporizzatori,

- trasformatore per circuiti ausiliari e protezioni;

- morsettiere e cablaggi completi;

(sul pannello frontale)

- maniglia di comando lucchettabile per le posizioni di:

- funzionamento: cassetto bloccato, interruttore principale manovrabile tramite maniglia separata;

- prova: interruttore principale aperto, circuito di comando collegato, cassetto bloccato;
- sezionato: cassetto estratto parzialmente e bloccato, circuiti principali e di comando sezionati;
- movimento: circuiti principale e di comando sezionati, cassetto sbloccato, possibile l'estrazione del cassetto dalla cella;
- pulsanti e segnalazioni;
- contaore di funzionamento;
- amperometro;

2.4.7. Unità di comando e protezione elettropompa n° 5

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 92 kW;
potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 120 kW;

Come precedente punto 2.4.6..

2.4.8. Unità di comando e protezione elettropompa n° 6

Potenza nominale prevista 45 kW;
potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 60 kW;

Come precedente punto 2.4.3..

2.4.9. Unità di comando e protezione elettropompa per svuotamento bacino

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 44 kW;
potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 60 kW;

Come precedente punto 2.4.6..

2.4.10. Unità di comando e protezione elettrocompressore n° 1

Potenza nominale prevista 8 kW;
potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 15 kW;

composta da un cassetto modulare estraibile, inserito in apposita cella, per il comando di motori trifasi a gabbia, avviamento per servizio pesante non reversibile, categoria d'impiego AC3, contenente:

- interruttore automatico in scatola isolante e relativa maniglia per comando rinviato;
- relè differenziale;

- relè elettronico di protezione integrale del motore;
- contattori di potenza ed ausiliari;
- temporizzatori,
- trasformatore per circuiti ausiliari e protezioni;
- morsettiere e cablaggi completi;
- (sul pannello frontale)
- maniglia di comando lucchettabile per le posizioni di:
 - funzionamento: cassetto bloccato, interruttore principale manovrabile tramite maniglia separata;
 - prova: interruttore principale aperto, circuito di comando collegato, cassetto bloccato;
 - sezionato: cassetto estratto parzialmente e bloccato, circuiti principali e di comando sezionati;
 - movimento: circuiti principale e di comando sezionati, cassetto sbloccato, possibile l'estrazione del cassetto dalla cella;
- pulsanti e segnalazioni;
- contaore di funzionamento;
- amperometro;

2.4.11. Unità di comando e protezione elettrocompressore n° 2

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 8 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 15 kW;

composta da un cassetto modulare estraibile, inserito in apposita cella, per il comando di motori trifasi a gabbia, avviamento per servizio pesante non reversibile, categoria d'impiego AC3, predisposta per:

- interruttore automatico in scatola isolante e relativa maniglia per comando rinviato;
- relè differenziale;
- relè elettronico di protezione integrale del motore;
- contattori di potenza ed ausiliari;
- temporizzatori,
- trasformatore per circuiti ausiliari e protezioni;
- morsettiere e cablaggi completi;
- (sul pannello frontale)
- maniglia di comando lucchettabile per le posizioni di:
 - funzionamento: cassetto bloccato, interruttore principale manovrabile tramite maniglia separata;
 - prova: interruttore principale aperto, circuito di comando collegato, cassetto bloccato;
 - sezionato: cassetto estratto parzialmente e bloccato, circuiti principali e di comando sezionati;
 - movimento: circuiti principale e di comando sezionati, cassetto sbloccato, possibile l'estrazione del cassetto dalla cella;
- pulsanti e segnalazioni;
- contaore di funzionamento;

- amperometro;

2.4.12. Unità di comando e protezione gru

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 2 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 5 kW;

Come precedente punto 2.4.11..

2.4.13. Unità di comando e protezione di riserva

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

potenza nominale prevista 15 kW;

potenza nominale minima da considerare per il dimensionamento delle apparecchiature: 15 kW;

Come precedente punto 2.4.11..

2.4.14. Unità di arrivo dal trafo servizi e distribuzione

Composta da:

- cella sbarre;
- cella interruttore generale;
- cella arrivo linea;
- n°1 interruttore automatico quadripolare tipo SACE o equivalente con sganciatore differenziale, contatti ausiliari, sganciatori di massima corrente regolabili;
- n° 3 trasformatori di corrente;
- pannello superiore porta strumenti;
- strumenti (modulari): voltmetro, amperometro, commutatori voltmetrico e amperometrico;
- relè elettronico di protezione trasformatore;
- apparecchiature e dispositivi di sicurezza;
- n° 12 interruttori magnetotermici differenziali bipolari tipo ELETTRONCONDUTTURE o equivalenti con contatti ausiliari, per partenze monofasi;
- n° 5 interruttori magnetotermici differenziali bipolari tipo ELETTRONCONDUTTURE o equivalenti con contatti ausiliari, per partenze trifasi;

2.4.15. Unità PLC (Controllore programmabile)

Composta da:

- PLC Moeller PS416 o equivalente in apposito rack (contenente la CPU, il modulo ingressi, il modulo uscite, ecc.) comprendente il programma di gestione (SW);
- relativo alimentatore con trasformatore di isolamento Moeller o equivalente;

- gruppo di continuità UPS per l'alimentazione dell'unità PLC nonché delle protezioni elettriche-elettroniche installate nei quadri di M.T. e di B.T.(dove necessario per motivi di sicurezza);
- interfacce con unità di telegestione;
- apparecchiature, componenti integrativi;
- morsettiere;

Nota: tutte le apparecchiature ed i componenti relativi all'unità PLC ed ai controllori dislocati nelle varie parti di impianto e connessi in rete all'unità PLC oggetto della presente prescrizione, per motivi di funzionalità, affidabilità di sistema, gestione manutenzione e ricambi, dovranno essere della medesima marca e fra loro compatibili.

2.4.16. Unità di telegestione

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'unità:

composta da cella, morsettiere, collegamenti al PLC;

2.4.17. Sistema di rifasamento in B.T.

All'interno del quadro di B.T., dovranno essere opportunamente collocati:

(all'interno delle unità di arrivo dai trasformatori)

- n° 3 batterie di condensatori trifasi, di tipo in propilene metallizzato autorigenerante ed in esecuzione antiscoppio, di capacità adeguata per rifasare a $\cos\Phi$ 0,95÷ 1,00 i trasformatori di potenza (compensazione della potenza reattiva assorbita a vuoto);
- n° 3 interruttori automatici tipo SACE - ELETTRONCONDUTTURE o equivalenti e relativi collegamenti per la protezione ed il sezionamento delle batterie;

(nelle altre unità di potenza)

- batterie di condensatori trifasi, di tipo in propilene metallizzato autorigenerante ed in esecuzione antiscoppio, per la compensazione della potenza reattiva massima assorbita dalle elettropompe e dall'elettrocompressore previsti nel primo stralcio del progetto, di capacità adeguata per rifasare a $\cos\Phi$ 0,95÷ 1,00 le singole utenze;
- interruttori automatici tipo SACE - ELETTRONCONDUTTURE o equivalenti e relativi collegamenti per la protezione ed il sezionamento delle batterie;
- predisposizioni (spazi e morsettiere) per alloggiamento dei condensatori e delle protezioni relative alle elettropompe e dall'elettrocompressore citati nella presente relazione ma non previsti nel primo stralcio del progetto.

Il sistema di rifasamento deve consentire di mantenere nel punto di consegna ENEL un $\cos\Phi$ di 0,95÷ 1,00.

2.5. Installazione del quadro di B.T.

L'installazione delle unità del quadro dovrà essere effettuata, dopo la posa dei canali portacavi, fissando i basamenti delle strutture al pavimento, mediante idonei tasselli.

L'ubicazione delle unità risulta dai disegni di progetto allegati.

3. COLLEGAMENTI ELETTRICI E DI TERRA

Fornitura e posa in opera di:

3.1. Canalizzazioni

Canalizzazione portacavi in acciaio zincato a caldo chiusa con coperchio, tipo SATI S5 o equivalenti, disposta nei cunicoli del pavimento del fabbricato ed all'interno dell'opera di presa, secondo quanto indicato sui disegni di progetto, da installare come viene fornita dal costruttore senza modificazioni e costituita da:

- elementi rettilinei, curve, derivazioni, coperchi, accessori, sistemi di sospensione per carichi pesanti;

Sono comprese le opere murarie necessarie per il passaggio dei canali nei muri (se necessarie).

In adiacenza all'opera di presa, dovranno essere installate n° 2 colonnine tipo LA CONCHIGLIA - RP o equivalenti (n° 1 nel presente primo stralcio del progetto), dotate di doppie serrature a chiave e di interruttore magnetico sulla portella, contenenti le morsettiere numerate ed opportunamente suddivise per la connessione dei cavi di energia, comando e segnalazione.

3.2. Cavi di M.T.

Dovranno essere effettuati i collegamenti fra:

- il locale ENEL e l'unità interruttore generale M.T.,
- le unità interruttori trasformatori ed i trasformatori (oggetto del presente primo stralcio del progetto);
mediante cavi elettrici unipolari isolati in EPR tipo RG7H1R 12/20 kV nelle sezioni e quantità all'uopo necessarie.

Tutte le testate dei cavi dovranno essere dotate di terminali unipolari preformati tipo 3M TB31-4220/150 o equivalenti e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni.

3.3. Cavi di B.T.

Dovranno essere effettuati i collegamenti di energia fra:

- i trasformatori di potenza e le unità di arrivo dai trafo del quadro di B.T.,
- dalle unità di partenza del quadro di B.T. e le elettropompe (morsettiere esterne), l'elettrocompressore, le unità del quadro di M.T., l'impianto di illuminazione e prese, le apparecchiature, i trasduttori oggetto del primo stralcio di progetto,
mediante:
- cavi elettrici unipolari isolati in EPR tipo FG7R 0,6/1 kV, nelle sezioni oltre 25 mm² e nelle quantità all'uopo necessarie;
- cavi elettrici multipolari isolati in EPR tipo FG7R 0,6/1 kV, nelle sezioni fino a 25 mm² e nelle quantità all'uopo necessarie;

Le testate dei cavi, per i tutti i collegamenti di energia, dovranno essere dotate di terminali termorestringenti tipo 3M o equivalenti e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni.

3.4. Cavi di segnalazione

Dovranno essere effettuati i collegamenti di segnalazione fra:

- i trasformatori di potenza e le unità di arrivo dai trafo del quadro di B.T.,
- dalle unità di partenza del quadro di B.T. e le elettropompe (morsettiere esterne), l'elettrocompressore, le unità del quadro di M.T., l'impianto di illuminazione e prese, le apparecchiature, i trasduttori oggetto del primo stralcio di progetto, mediante:
 - cavi elettrici unipolari isolati in PVC tipo N1VVK, nelle sezioni e nelle quantità all'uopo necessarie, per tutti i collegamenti di comando e segnalazione;
 - cavi elettrici schermati multipolari, adatti alle modalità di posa e conformi alle specifiche norme, nelle sezioni e nelle quantità all'uopo necessarie, per tutti i collegamenti di comando e segnalazione.

Le testate dei cavi, per i tutti i collegamenti di comando e segnalazione, dovranno essere dotate di terminali termorestringenti tipo 3M o equivalenti e di tubetti terminali preisolati sui conduttori, tipo CEMBRE PKE o equivalenti di idonei colori.

3.5. Impianto di terra

Dovrà essere realizzato un impianto di terra secondo norme CEI 11-8 e CEI 64-8, costituito da:

- un dispersore di terra composto da una corda di rame nudo interrata e disposta ad anello attorno al fabbricato, integrata da picchetti verticali in acciaio zincato a caldo collocati in appositi pozzetti ispezionabili;
 - un collettore principale di terra, composto da una piastra di rame stagnato opportunamente dimensionata e fissata a parete all'interno della sala quadri, collegato al dispersore di cui sopra mediante apposito conduttore di terra;
 - conduttori di terra per il collegamento al collettore principale (eventualmente mediante altri collettori) dei morsetti di neutro dei trasformatori elettrici, degli scaricatori di sovratensione e di tutte le " masse " secondo norme CEI (strutture dei quadri di M.T. e di B.T., ecc.)
 - conduttori equipotenziali per il collegamento al collettore principale (eventualmente mediante altri collettori) di tutte le "masse estranee " (tubi di contenimento delle elettropompe, tubazioni di mandata, ecc.) secondo norme CEI;
- sul perimetro interno della sala quadri e nel locale ENEL, dovrà essere fissato a parete mediante tasselli un piatto di rame predisposto per le derivazioni ai quadri, alle apparecchiature ed alle strutture metalliche e inoltre per il collegamento al collettore di terra; oltre al piatto ed alla corda di rame nudo, dovranno essere utilizzati cavi elettrici unipolari isolati in PVC tipo N07V-K giallo/verde nelle sezioni e nelle quantità all'uopo necessarie; tutte le testate dei cavi N07V-K di cui sopra dovranno essere dotate di guaine termorestringenti tipo 3M CTW602 di colore giallo e di capicorda in rame stagnato del tipo a compressione con fori adeguati alla bulloneria delle connessioni.

4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E PRESE

Fornitura e posa in opera di:

4.1. Illuminazione interna fabbricato

Dovrà essere realizzato un impianto di illuminazione interna secondo norme CEI 64-8, costituito da:

- n° 4 plafoniere stagne tipo DISANO o equivalenti con tubi fluorescenti 2 X 36W (sala quadri);
- n° 2 plafoniere tipo GEWISS o equivalenti con lampada incandescenza 100W (locali ENEL e contatori);
- centralino con interruttori per comandi funzionali tipo GEWISS o equivalente;
- tubi, guaine, raccordi in PVC tipo DIELECTRIX o equivalenti.

4.2. Illuminazione esterna fabbricato

Nel presente primo stralcio del progetto, solo predisposizione dell'impianto.

Il centralino e le tubazioni di cui al precedente punto 4.1. dovranno essere dimensionati e predisposti per il contenimento degli interruttori, del crepuscolare e dei cavi relativi all'impianto di illuminazione esterna (n° 5 corpi illuminanti).

4.3. Prese di servizio

Dovrà essere installata a parete una base modulare completa di n° 3 prese fisse con interruttore di blocco a norme IEC 309, tipo GEWISS serie 66 / 67 IB o equivalenti, di cui:

- n° 1 da 3x16A+T, 380 V, con interruttore magnetotermico tipo ELETTRCONDUTTURE o equivalenti;
- n° 1 da 2x16A+T, 220 V, con interruttore magnetotermico differenziale tipo ELETTRCONDUTTURE o equivalenti;
- n° 1 da 2x16A, 24 V, con trasformatore di sicurezza;

5. ALLACCIAMENTI ENEL E TELECOM

5.1.1. Allacciamento ENEL

Per alimentare la centrale di pompaggio con la dotazione di macchinario prevista nel primo stralcio del progetto, dovrà essere fornita dall'ENEL energia elettrica in media tensione a 15 kV d'esercizio, trifase a 50 Hz, con una potenza massima a disposizione di 200 kW.

Secondo le vigenti normative, il locale da mettere a disposizione dell'ENEL, per l'installazione delle apparecchiature di consegna dell'energia e dei trasformatori di misura, dovrà avere un agevole accesso da strada aperta al pubblico; il gruppo di misura sarà allocato in altro idoneo locale, confinante con il primo e accessibile sia all'ENEL che al gestore dell'impianto. Sulla base delle prescrizioni che verranno impartite dall'ENEL, le dimensioni e

le caratteristiche dei locali indicati sugli allegati disegni di progetto potranno subire modifiche.

5.1.2. Aumento potenza ENEL

Per alimentare la centrale di pompaggio con la dotazione di macchinario definitiva, si prevede che dovrà essere richiesto all'ENEL un aumento della potenza elettrica fornita, fino ad ottenere una potenza massima a disposizione di 400 kW.

5.2. Allacciamento TELECOM

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

Dovranno essere comunque predisposti il cavidotto interrato e la tubazione terminale fino all'unità di telegestione del quadro di B.T..

6. ELETTROPOMPE

Fornitura e posa in opera di:

6.1. Elettropompa n° 1 (25 kW)

6.1.1. Caratteristiche nominali dell'elettropompa

tipo CAPRARI E9S50/4L + MH630 o equivalenti

(pompa)

- pompa centrifuga sommersa ad asse verticale;
- portata: 25 litri / sec (alla prevalenza sotto indicata);
- prevalenza: circa 65 m.c.a.;
- potenza assorbita al punto di lavoro: circa 20 kW;

(motore)

- motore elettrico asincrono trifase, con rotore a gabbia;
- alimentazione: 380 V, 50 Hz trifase;

- tipo di avviamento: stella / triangolo;
- avviamenti / ora: max. n° 10;
- servizio: continuativo;
- potenza resa all'albero dal motore: 10 % in più rispetto a quella assorbita dalla pompa;

6.1.2. Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

(pompa)

- corpo in ghisa;
- giranti in ghisa calettate sull'albero mediante bussole inox e anelli di tenuta in gomma;
- albero in AISI 420 supportato da cuscinetti esterni in bronzo con protezione antisabbia ed interni in gomma;

- giunto di accoppiamento, succheruola e protezione cavi elettrici in inox;

(motore)

- supporti in ghisa, camicia esterna in acciaio,
- cuscinetto reggispinta a pattini in bronzo e composto sintetico;

6.2. Elettropompa n° 2 (50 kW)

6.2.1. Caratteristiche nominali dell'elettropompa

tipo CAPRARI E10S55/3K + M860 o equivalenti

(pompa)

- pompa centrifuga sommersa ad asse verticale;
- portata: 50 litri / sec (alla prevalenza sotto indicata);
- prevalenza: circa 65 m.c.a.;
- potenza assorbita al punto di lavoro: circa 42 kW;

(motore)

- motore elettrico asincrono trifase, con rotore a gabbia;
- alimentazione: 380 V, 50 Hz trifase;
- tipo di avviamento: stella / triangolo;
- avviamenti / ora: max. n° 10;
- servizio: continuativo;
- potenza resa all'albero dal motore: 10 % in più rispetto a quella assorbita dalla pompa;

6.2.2. Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

Come precedente punto 6.1.2.

6.3. Elettropompa n° 3 (100 kW)

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto;

6.3.1. Caratteristiche nominali dell'elettropompa

tipo CAPRARI E14S55/2EF + M10125 o equivalenti

(pompa)

- pompa centrifuga sommersa ad asse verticale;
- portata: 100 litri / sec (alla prevalenza sotto indicata);
- prevalenza: circa 65 m.c.a.;
- potenza assorbita al punto di lavoro: circa 81 kW;

(motore)

- motore elettrico asincrono trifase, con rotore a gabbia;
- alimentazione: 380 V, 50 Hz trifase;

- tipo di avviamento: stella / triangolo;
- avviamenti / ora: max. n° 10;
- servizio: continuativo;
- potenza resa all'albero dal motore: 10 % in più rispetto a quella assorbita dalla pompa;

6.3.2.Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

Come precedente punto 6.1.2.

6.4. Elettropompa n° 4 (100 kW)

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto;

6.4.1.Caratteristiche nominali dell'elettropompa

Come precedente punto 6.3.1.

6.4.2.Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

Come precedente punto 6.1.2.

6.5. Elettropompa n° 5 (100 kW)

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto;

6.5.1.Caratteristiche nominali dell'elettropompa

Come precedente punto 6.3.1.

6.5.2.Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

Come precedente punto 6.1.2.

6.6. Elettropompa n° 6 (50 kW)

6.6.1.Caratteristiche nominali dell'elettropompa

tipo CAPRARI E10S55/3K + M860 o equivalenti

(pompa)

- pompa centrifuga sommersa ad asse verticale;
- portata: 50 litri / sec (alla prevalenza sotto indicata);
- prevalenza: circa 65 m.c.a.;
- potenza assorbita al punto di lavoro: circa 42 kW;

(motore)

- motore elettrico asincrono trifase, con rotore a gabbia;

- alimentazione: 380 V, 50 Hz trifase;
- tipo di avviamento: stella / triangolo;
- avviamenti / ora: max. n° 10;
- servizio: continuativo;
- potenza resa all'albero dal motore: 10 % in più rispetto a quella assorbita dalla pompa;

6.6.2. Caratteristiche costruttive dell'elettropompa

Come precedente punto 6.1.2.

7. ELETTROCOMPRESSORI E SERBATOI D'ARIA

Fornitura e posa in opera di:

7.1. Gruppo n° 1

7.1.1. Caratteristiche

- gruppo elettrocompressore su basamento dotato di supporti in gomma, manometri e accessori, potenza elettrica circa 10 kW;

7.2. Autoclave n° 1 da 3000 litri d'aria collaudata ISPESL

7.2.1. Caratteristiche

- serbatoio a pressione collaudato dall'ISPESL, capacità 3000 litri, completo di valvola di sicurezza, manometri, raccorderia e valvole di intercettazione;

7.3. Gruppo n° 2

7.3.1. Caratteristiche

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

Come precedente punto 7.1..

7.4. Autoclave n° 2 da 3000 litri d'aria collaudata ISPESL

7.4.1. Caratteristiche

Non prevista nel presente primo stralcio del progetto.

Come precedente punto 7.3..

8. TRASDUTTORI

Fornitura e posa in opera di:

8.1. Pressostati

- pressostati ad alta precisione tipo FANTINI COSMI o equivalenti a e relativi collegamenti sui serbatoi dell'aria compressa, sulle tubazioni e sul collettore di mandata, relativamente a quanto è oggetto del primo stralcio del progetto;

8.2. Idrometro a pressione

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

8.3. Misuratore di portata idraulica ad induzione

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

8.4. Sensori vari

Sensori necessari per un completo controllo della centrale, in particolare dei sistemi elettropneumatico ed elettroidraulico.

9. GRU DI SERVIZIO

Fornitura e posa in opera di:

9.1. Struttura portante

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

9.2. Paranco elettrico da 2000 kG omologato

Non previsto nel presente primo stralcio del progetto.

10. TUBAZIONI E VALVOLE PN16

Fornitura e posa in opera di materiale a norme DIN, adatto per PN16:

10.1. Tubazioni di mandata

Tubazioni in acciaio zincato a caldo interamente flangiata, composta da elementi rettilinei, curve, pezzi speciali, predisposta per l'inserimento di manometri, pressostati ecc., per il collegamento fra le elettropompe previste nel presente primo stralcio del progetto ed il collettore di mandata:

DN 125 mm circa per l'elettropompa n° 1;

DN 150 mm circa per l'elettropompa n° 2;
DN 150 mm circa per l'elettropompa n° 6.

10.2. Collettore di mandata

Collettore DN600 mm flangiato, in acciaio zincato a caldo, come da disegni di progetto allegati, predisposto per il collegamento - mediante flangiatura - di n° 6 tubi di mandata delle elettropompe; la lunghezza del collettore (lato accoppiamento con la tubazione della rete di distribuzione) è determinato dalla corretta posizionede gli attacchi - da predisporre - per il misuratore di portata.

10.3. Valvole di ritegno

- N° 3 valvole di ritegno tipo " ad ugello Venturi " da installare sulle tre tubazioni di mandata, aventi le seguenti caratteristiche:
- corpo in ghisa sferoidale, tenuta dell'otturatore del tipo " morbido " sostituibile (guarnizione), attacchi flangiati;
- sedi di tenuta e molle in acciaio inox.

10.4. Saracinesche

- N° 3 valvole a saracinesca da installare sulle tre tubazioni di mandata, aventi le seguenti caratteristiche:
- corpo piatto in ghisa sferoidale, cuneo gommato, tenuta a guarnizione sostituibile, attacchi flangiati;

10.5. Giunti di smontaggio

- N° 3 giunti di smontaggio da installare sulle tre tubazioni di mandata, aventi le seguenti caratteristiche:
- giunto in acciaio a tre flange con tiranti e dadi zincati in barre, guarnizioni in neoprene.

10.6. Tubazione d'aria

Tubazione in acciaio zincato a caldo, catramata esternamente nel tratto interrato, dotata di flange, raccordi e pezzi speciali per il collegamento tra i serbatoi d'aria compressa ed il collettore di mandata.

Bologna, 20 gennaio 2000

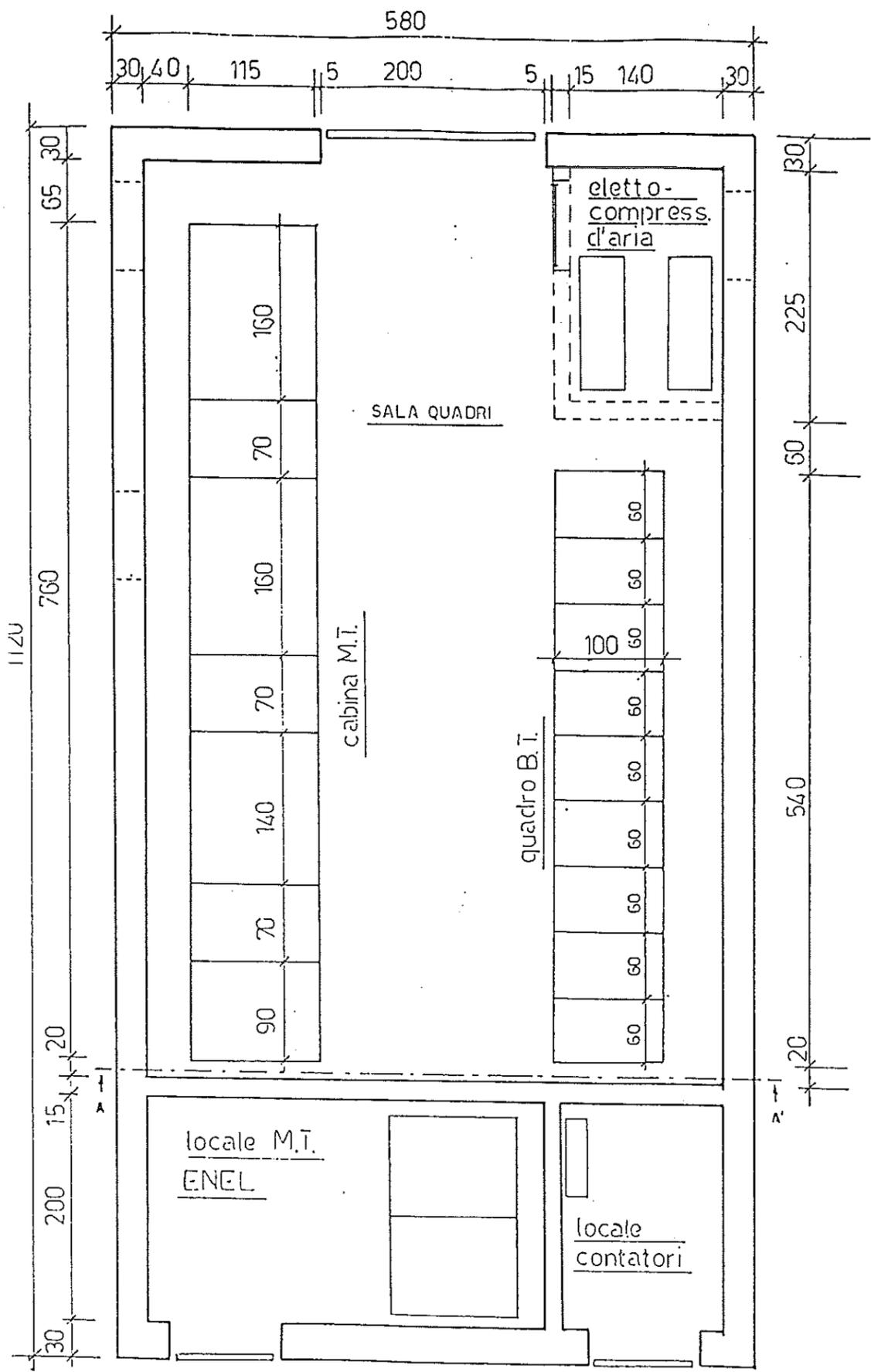
IL PROGETTISTA:
SERVIZIO TECNICO DEL CONSORZIO
(Per. Ind. Franco Cocchi)

INDICE

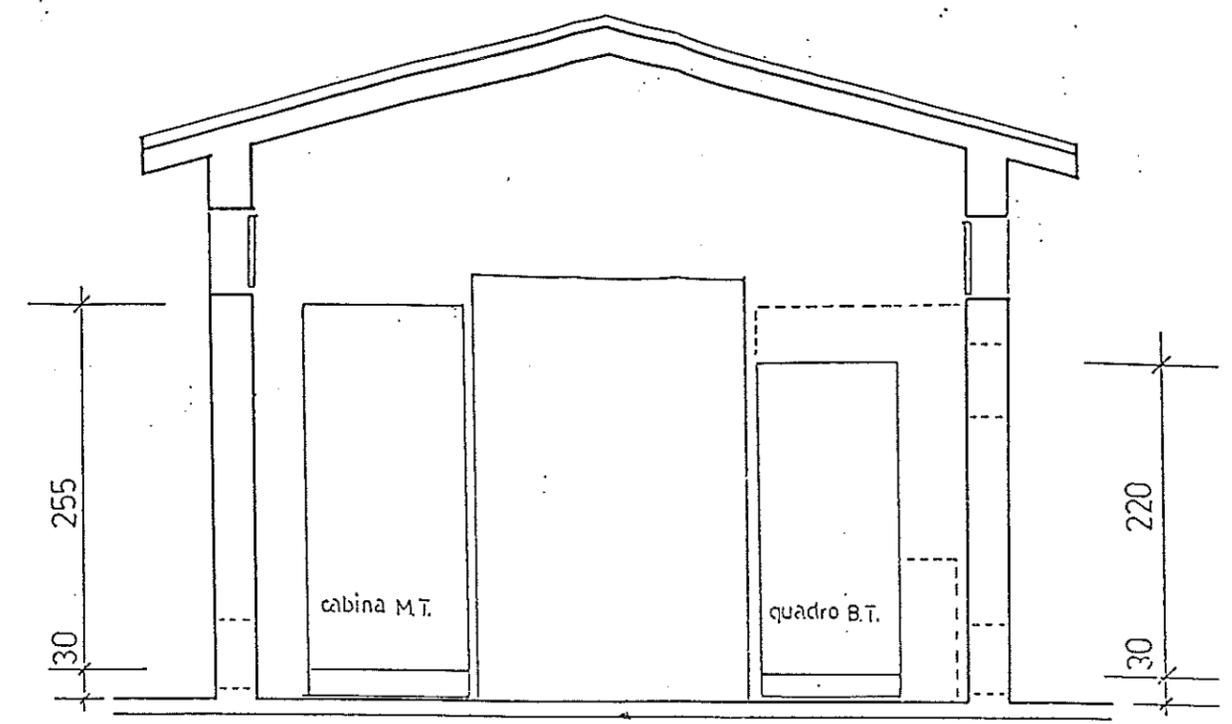
-	OGGETTO DELLA RELAZIONE.	Pag. 1
1.	CABINA DI M.T.	Pag. 6
2.	QUADRO ELETTRICO DI B.T.	Pag. 13
3.	COLLEGAMENTI ELETTRICI E DI TERRA	Pag. 21
4.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E PRESE	Pag. 23
5.	ALLACCIAMENTI ENEL E TELECOM	Pag. 23
6.	ELETTROPOMPE	Pag. 24
7	ELETTROCOMPRESSORI E SERBATOI D'ARIA	Pag. 27
8.	TRASDUTTORI	Pag. 27
9.	GRU DI SERVIZIO	Pag. 28
10.	TUBAZIONI E VALVOLE PN16	Pag. 28

ELENCO DEI DISEGNI E DEGLI SCHEMI ALLEGATI

Alleg.n° 1	DISPOSIZIONE QUADRI ELETTRICI NEL FABBRICATO
Alleg.n° 2	CABINA DI M.T. A 15 kV: SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE
Alleg.n° 3	DISPOSIZIONE SISTEMA DI RACCOLTA OLIO TRASFORMATORI
Alleg.n° 4	DISPOSIZIONE CUNICOLI E TUBAZIONI PER CAVI ELETTRICI A QUOTA PAVIMENTO (FABBRICATO)
Alleg.n° 5	DISPOSIZIONE IMPIANTO ELETTROPNEUMATICO
Alleg.n° 6	DISPOSIZIONE IMPIANTO DI TERRA (FABBRICATO)
Alleg.n° 7	DISPOSIZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA, PRESE E ASPIRATORE (FABBRICATO)
Alleg.n° 8	DISPOSIZIONE IN PIANTA DELL'OPERA DI PRESA
Alleg.n° 9	DISPOSIZIONE (VISTA LATERALE) DELL'OPERA DI PRESA



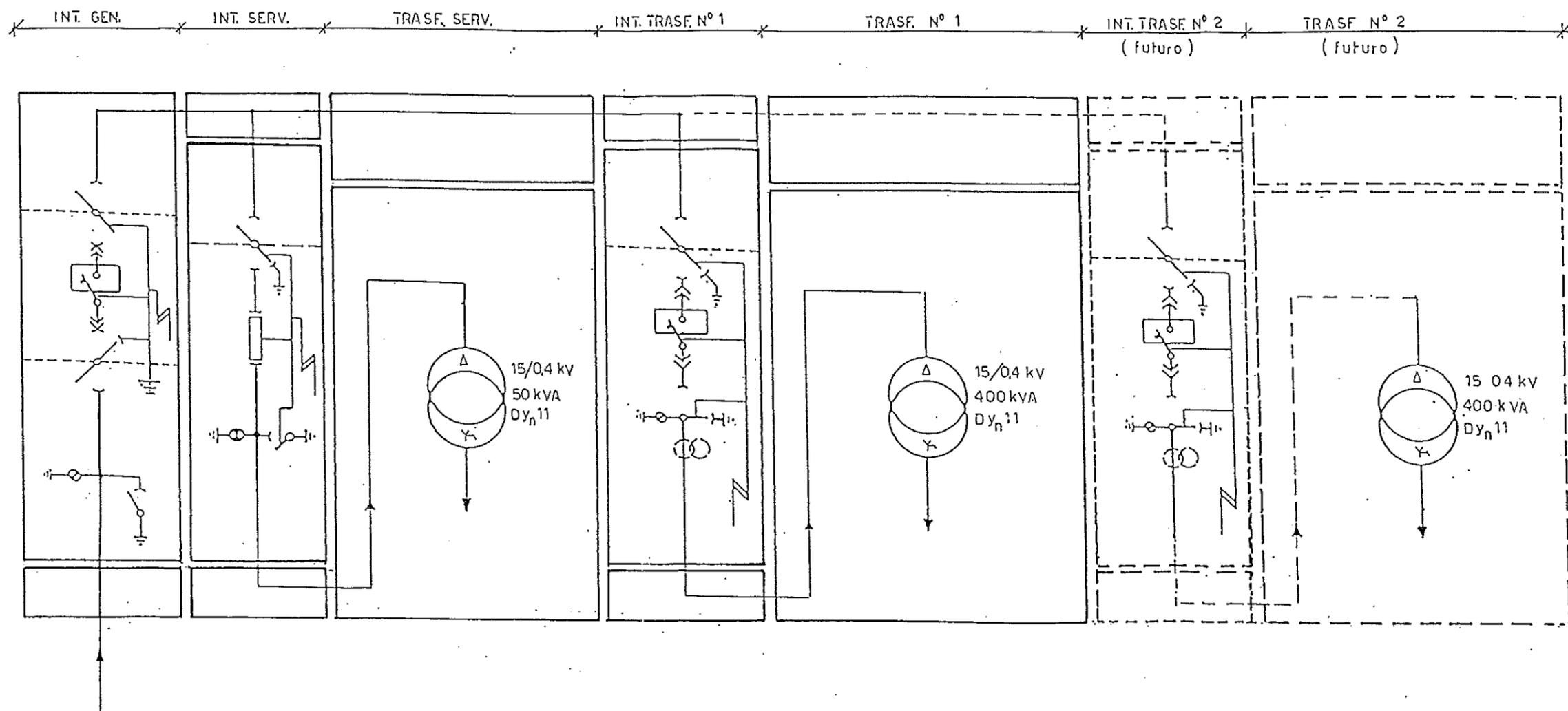
PIANTA

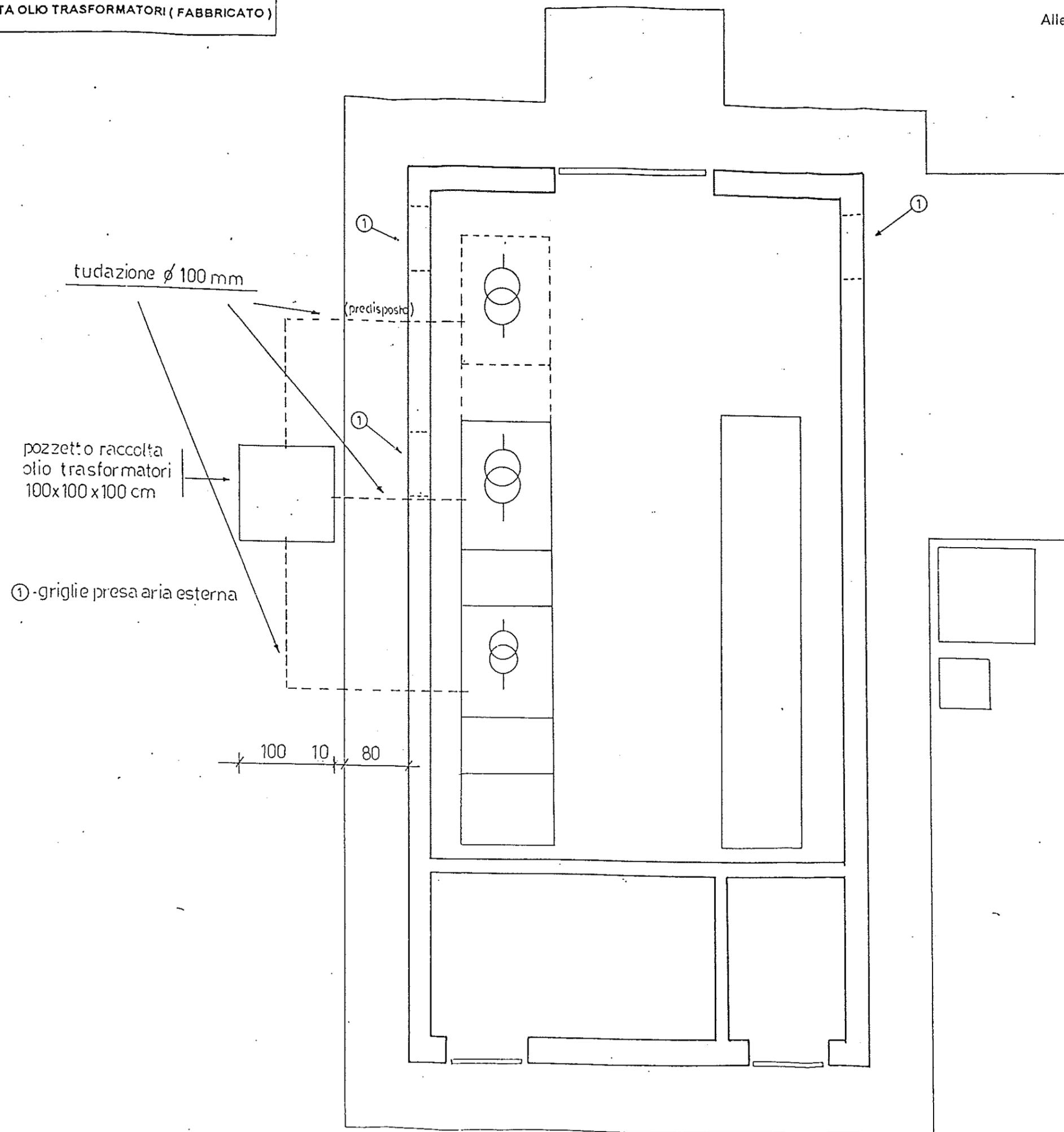


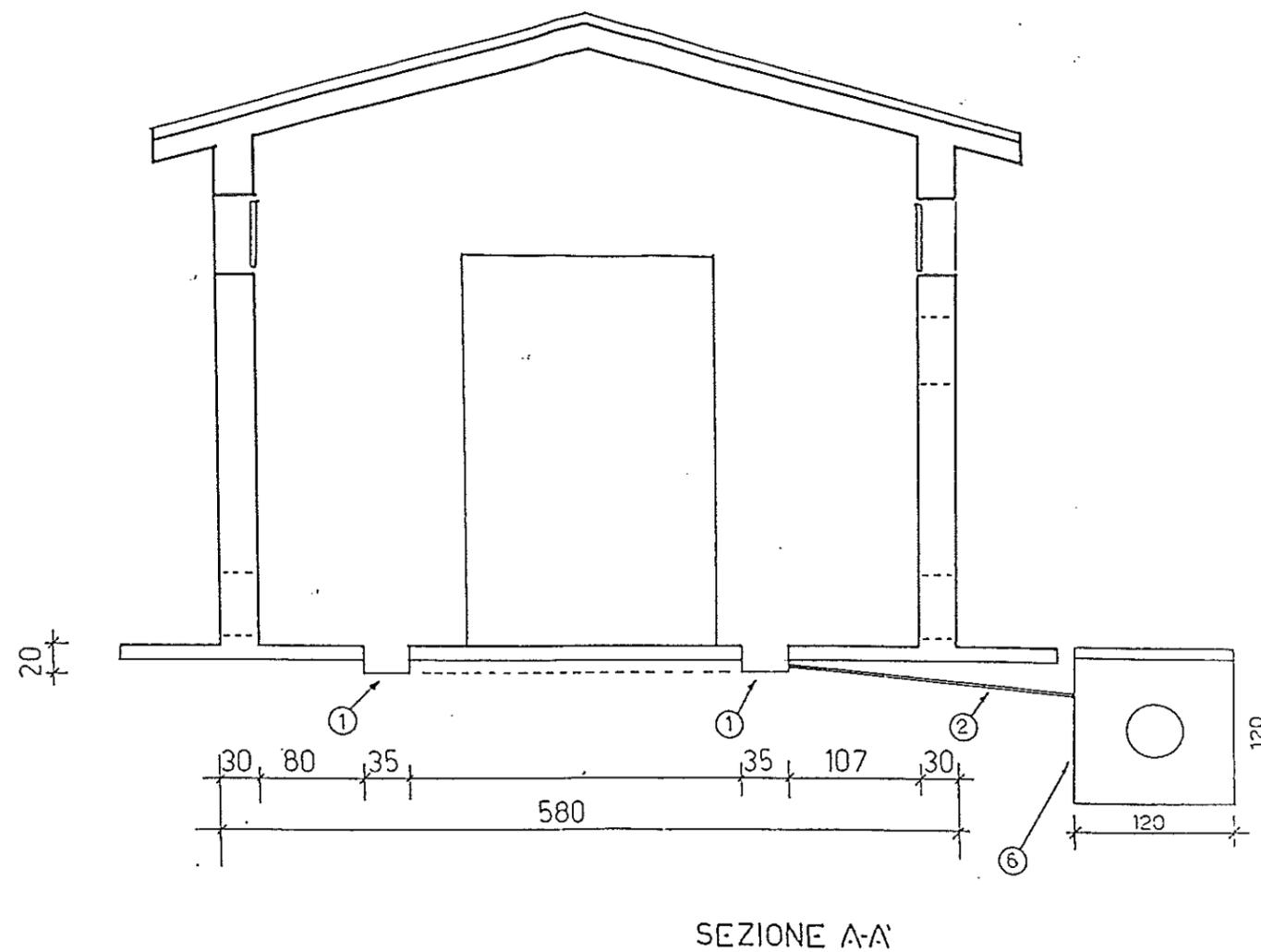
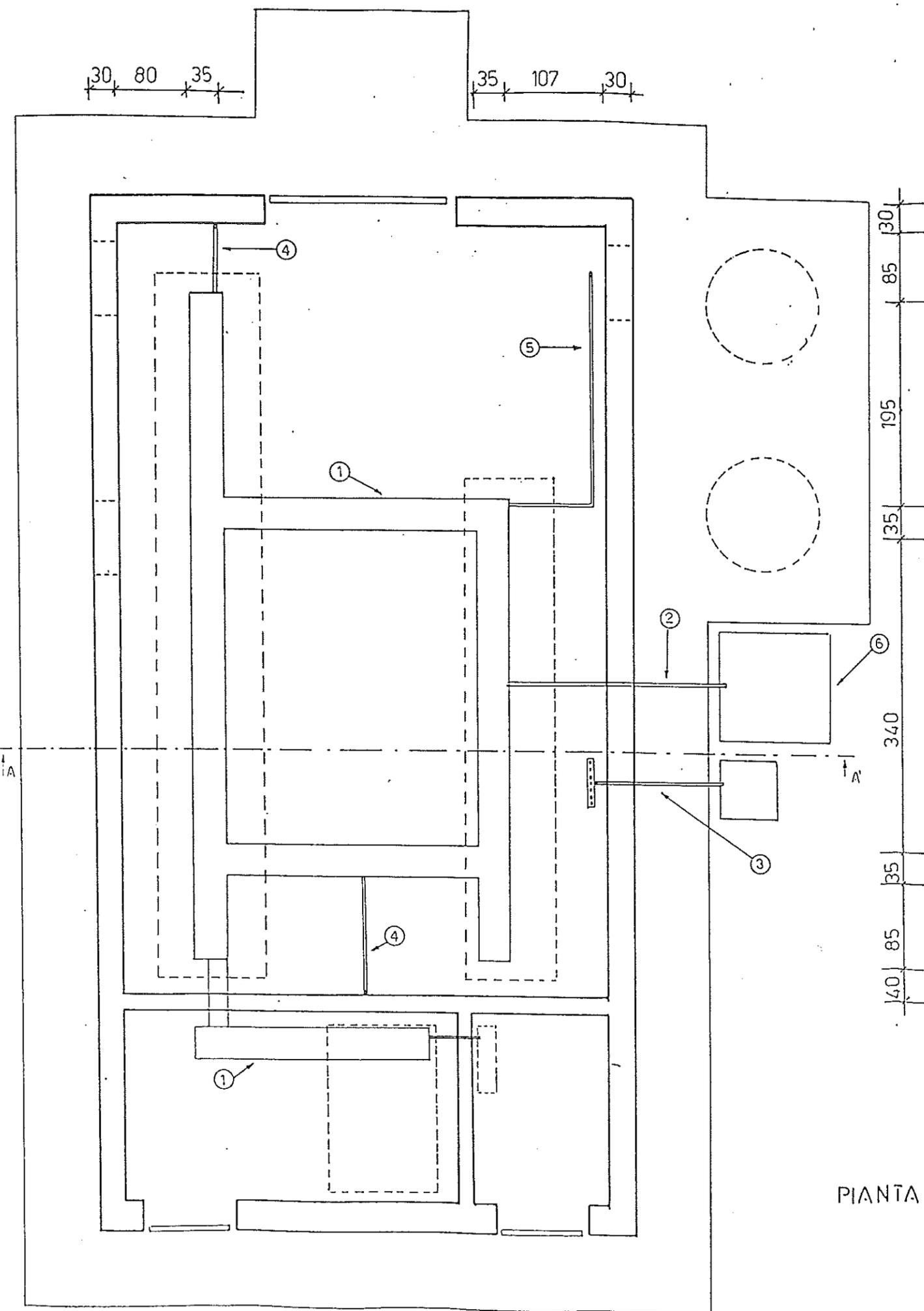
SEZIONE A-A

CABINA ELETTRICA DI M.T. A 15kV D'ESERCIZIO

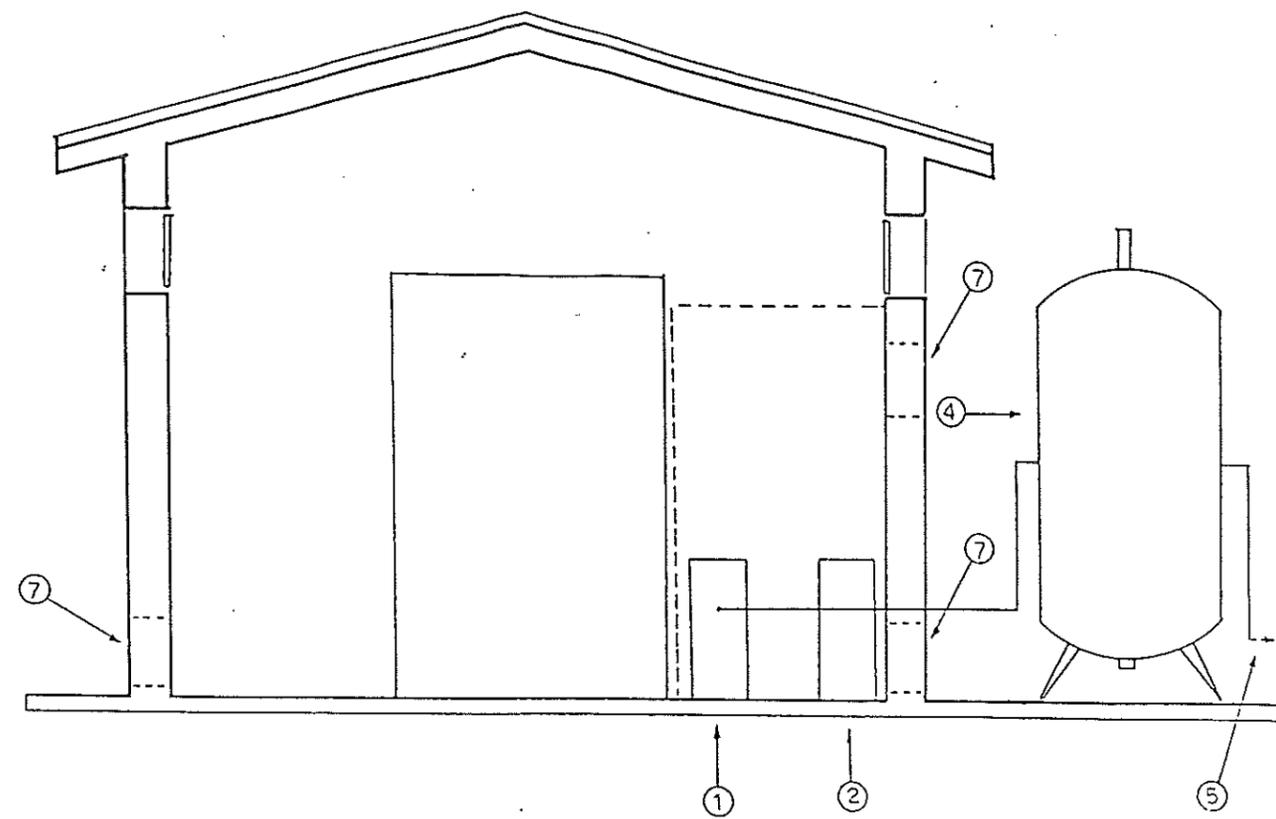
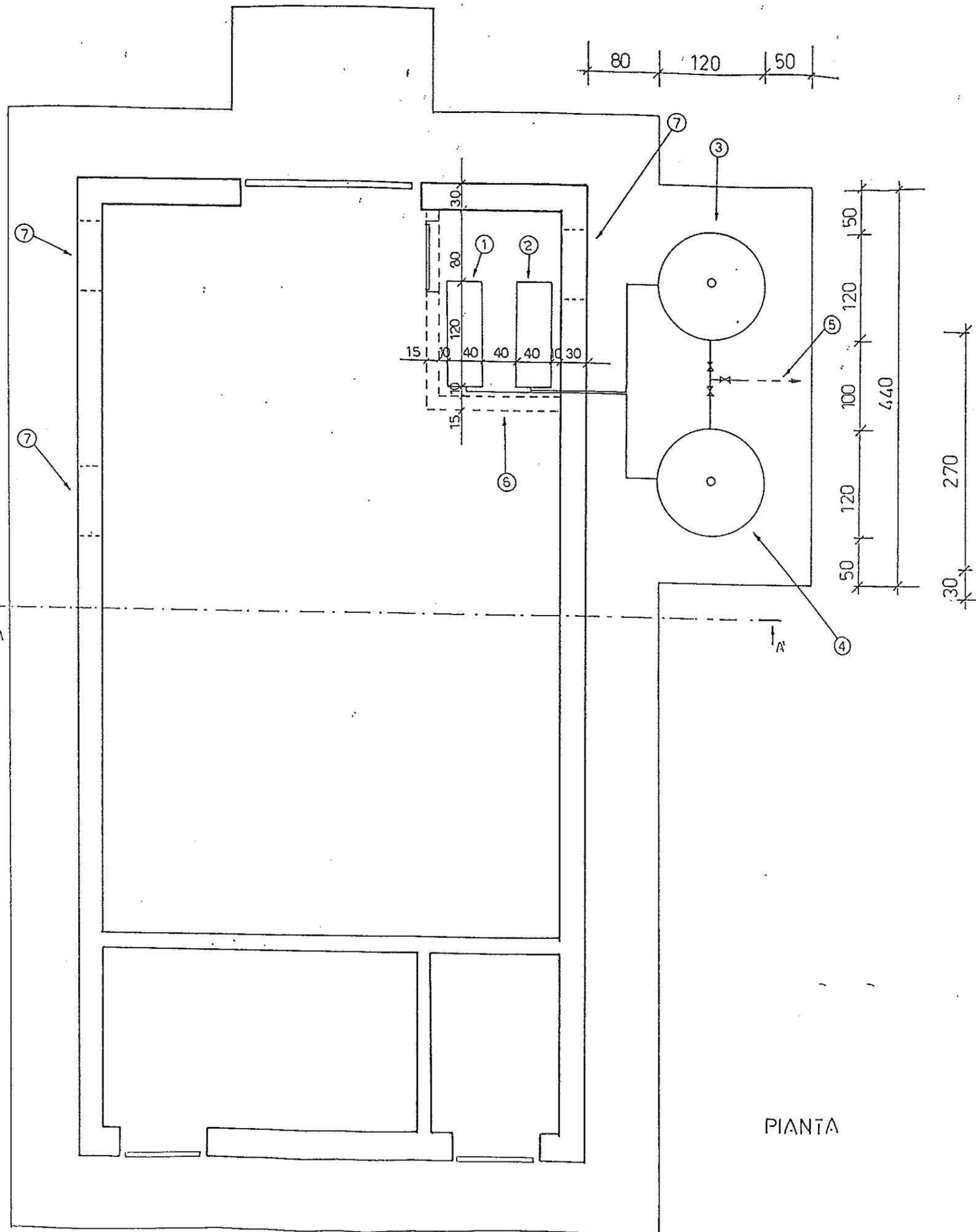
SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE



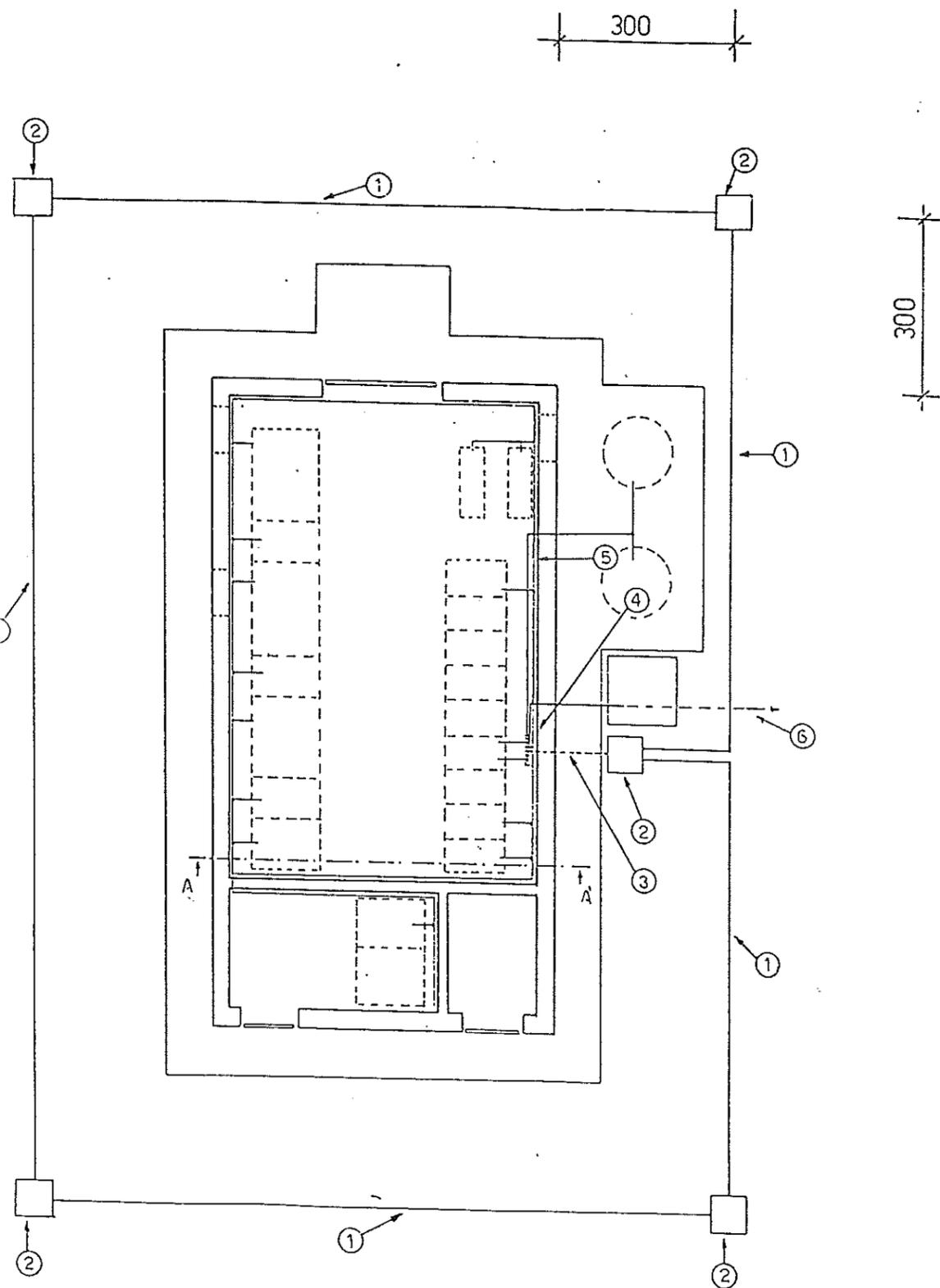




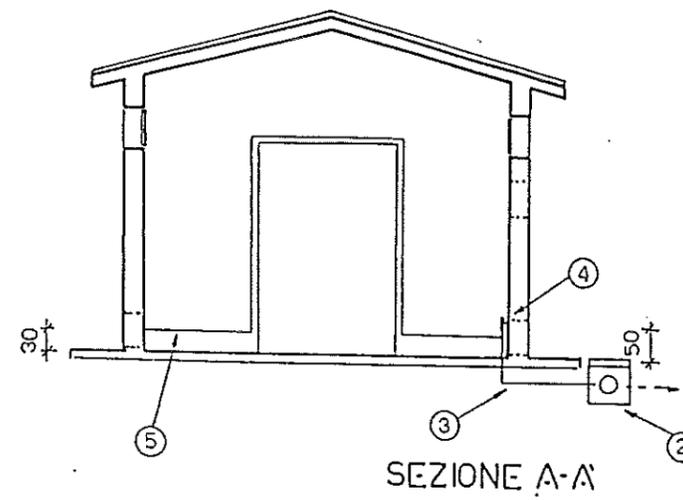
LEGENDA	
DISPOSIZIONE CUNICOLI E TUBAZIONI PER CAVI ELETTRICI A QUOTA PAVIMENTO (FABBRICATO)	
1 -	CUNICOLI PER CAVI ELETTRICI
2 -	TUBI PER COLLEGAMENTI ELETTRICI ALL'OPERA DI PRESA (n° 8 tubi PVC diametro 100 mm)
3 -	TUBO PER COLLEGAMENTI IMPIANTO DI TERRA (n° 1 tubo PVC diametro 100 mm)
4 -	TUBO PER IMPIANTO ILLUMINAZIONE / PRESE
5 -	TUBO PER COLLEGAMENTI AL SISTEMA ELETTROPNEUMATICO
6 -	POZZETTO PER CAVI ELETTRICI



LEGENDA	
DISPOSIZIONE IMPIANTO ELETTROPNEUMATICO (FABBRICATO)	
1 -	ELETTROCOMPRESSORE N° 1
2 -	ELETTROCOMPRESSORE N° 2 (NON PREVISTO NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
3 -	AUTOCLAVE N° 1
4 -	AUTOCLAVE N° 2 (NON PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
5 -	TUBAZIONE DI MANDATA ARIA AL COLLETTORE
6 -	PARETE FONOASSORBENTE
7 -	GRIGLIE PER PRESA ARIA ESTERNA



PIANTA

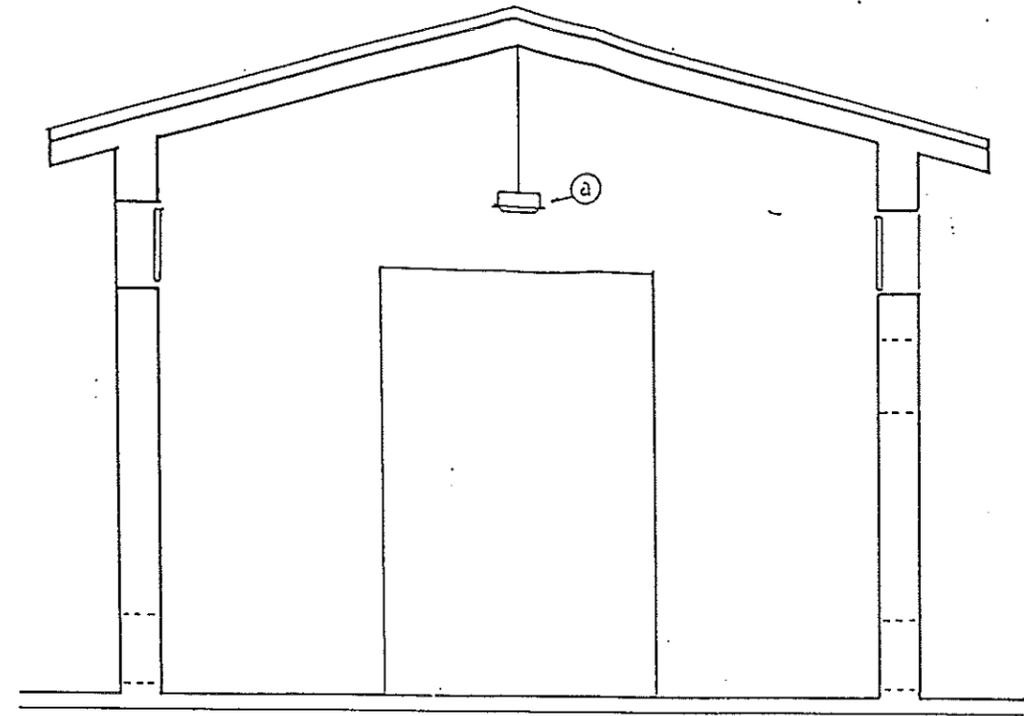
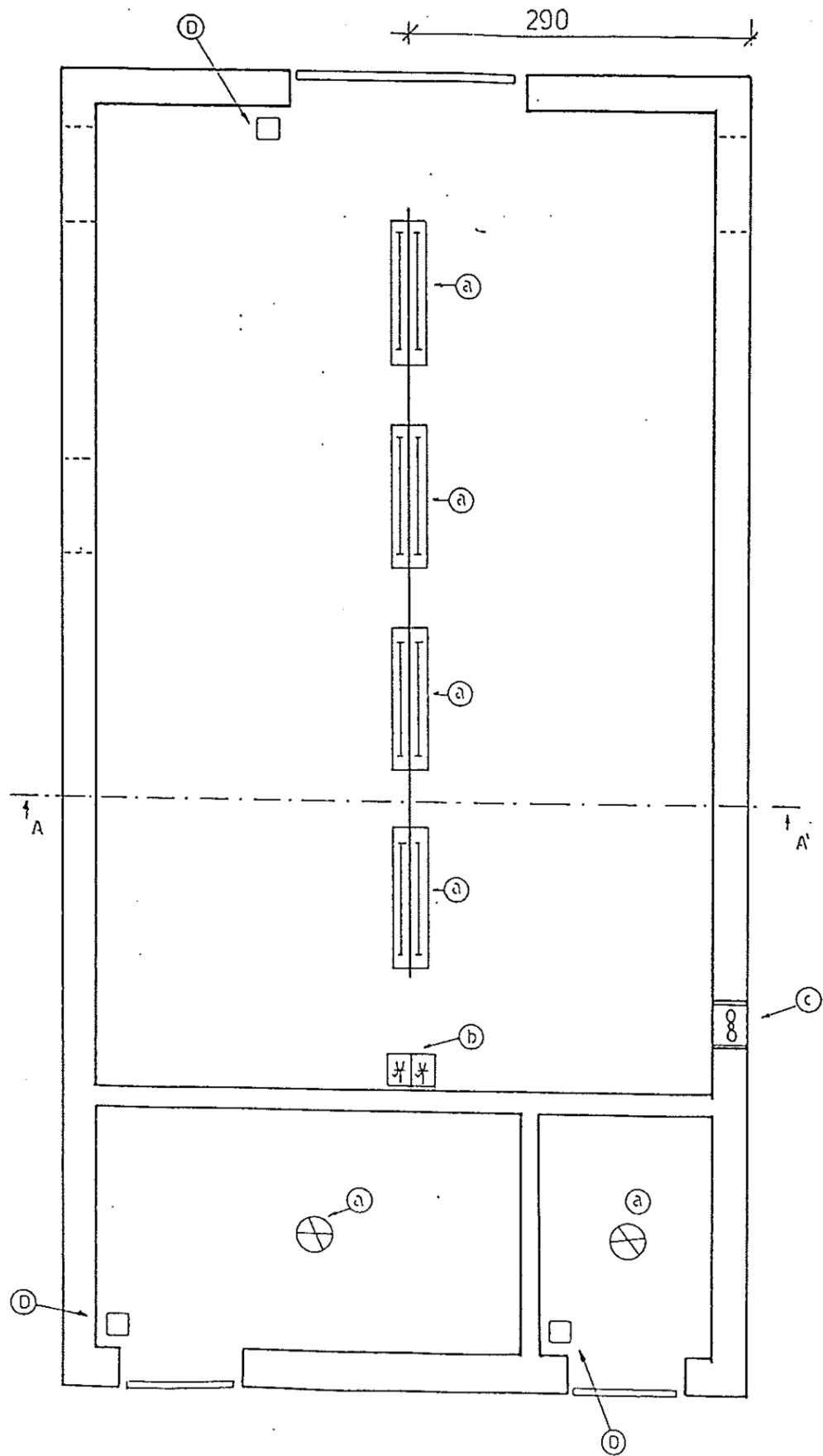


SEZIONE A-A

LEGENDA

DISPOSIZIONE IMPIANTO DI TERRA (FABBRICATO)

- 1- DISPERSORE DI TERRA (CORDA DI RAME NUDA)
- 2- POZZETTI IN C.A. 60x60x60 cm PER PICCHETTI DI TERRA
- 3- CONDUTTORE DI TERRA
- 4- COLLETORE DI TERRA
- 5- CONDUTTORE DI PROTEZIONE
- 6- CONDUTTORE EQUIPOTENZIALE PER MASSE ESTRANEE DELL'OPERA DI PRESA

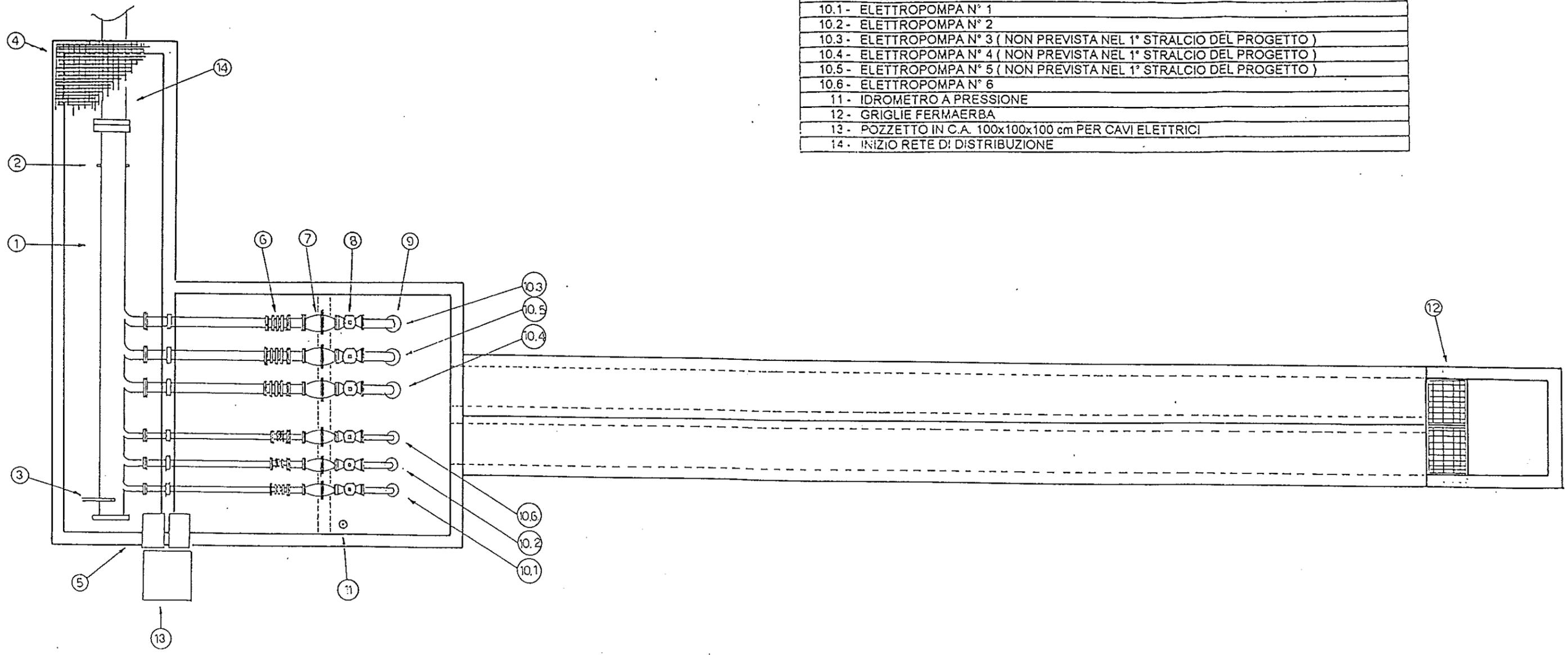


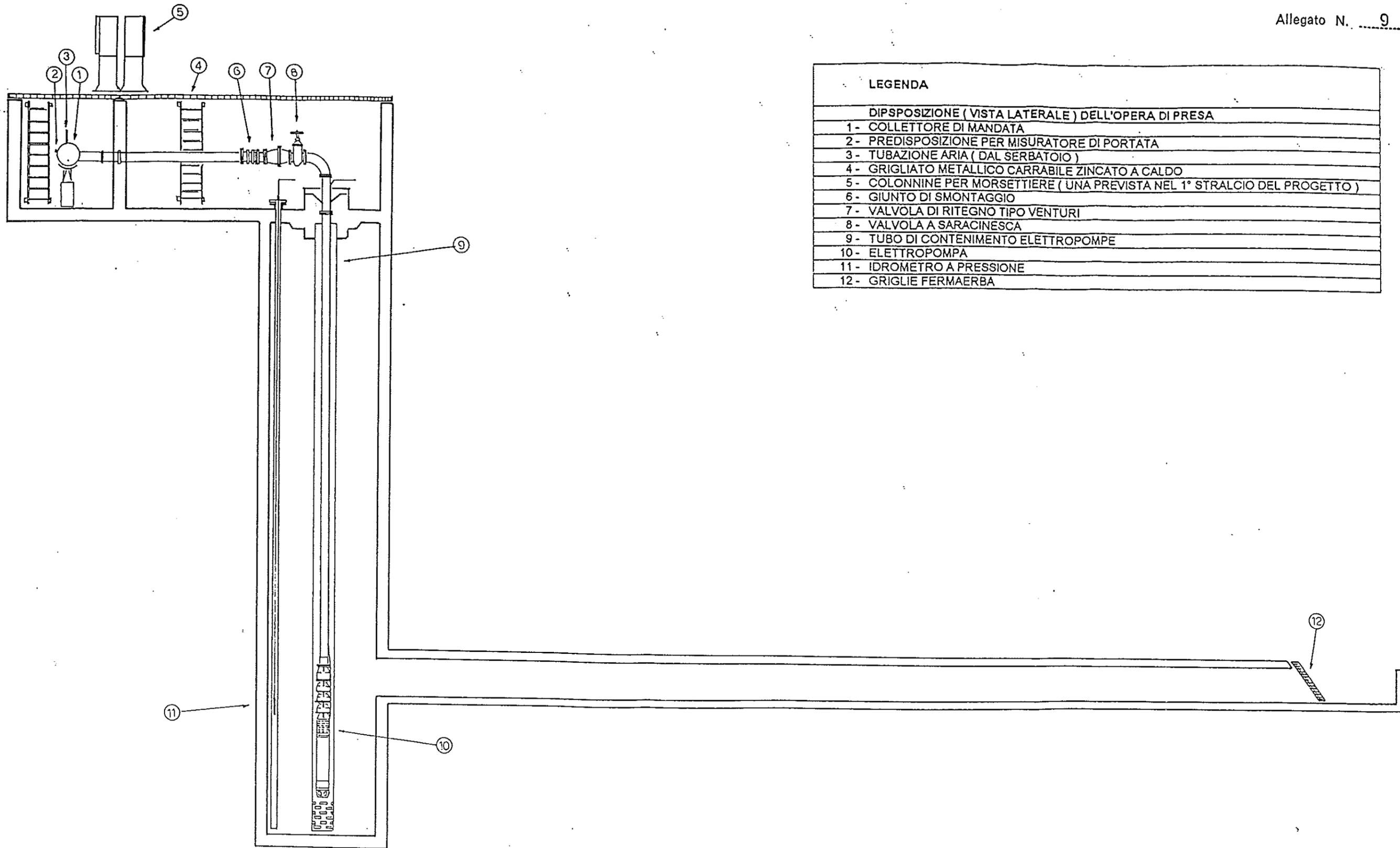
SEZIONE A-A'

- Ⓐ - plafoniere x ill. fabbricato
- Ⓑ - prese di servizio
- Ⓒ - aspiratore d'aria
- Ⓓ - comando funzionale imp. illuminazione

PIANTA

LEGENDA	
DISPOSIZIONE IN PIANTA DELL'OPERA DI PRESA	
1 -	COLLETTORE DI MANDATA
2 -	PREDISPOSIZIONE PER MISURATORE DI PORTATA
3 -	TUBAZIONE ARIA (DAL SERBATOIO)
4 -	GRIGLIATO METALLICO CARRABILE ZINCATO A CALDO
5 -	COLONNINE PER MORSETTIERE (N° 1 PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
6 -	GIUNTO DI SMONTAGGIO
7 -	VALVOLA DI RITEGNO TIPO "VENTURI"
8 -	VALVOLA A SARACINESCA
9 -	TUBI DI CONTENIMENTO ELETTROPOMPE
10 -	ELETTROPOMPE
10.1 -	ELETTROPOMPA N° 1
10.2 -	ELETTROPOMPA N° 2
10.3 -	ELETTROPOMPA N° 3 (NON PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
10.4 -	ELETTROPOMPA N° 4 (NON PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
10.5 -	ELETTROPOMPA N° 5 (NON PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
10.6 -	ELETTROPOMPA N° 6
11 -	IDROMETRO A PRESSIONE
12 -	GRIGLIE FERMAERBA
13 -	POZZETTO IN C.A. 100x100x100 cm PER CAVI ELETTRICI
14 -	INIZIO RETE DI DISTRIBUZIONE





LEGENDA	
DISPOSIZIONE (VISTA LATERALE) DELL'OPERA DI PRESA	
1-	COLLETTORE DI MANDATA
2-	PREDISPOSIZIONE PER MISURATORE DI PORTATA
3-	TUBAZIONE ARIA (DAL SERBATOIO)
4-	GRIGLIATO METALLICO CARRABILE ZINCATO A CALDO
5-	COLONNINE PER MORSETTIERE (UNA PREVISTA NEL 1° STRALCIO DEL PROGETTO)
6-	GIUNTO DI SMONTAGGIO
7-	VALVOLA DI RITEGNO TIPO VENTURI
8-	VALVOLA A SARACINESCA
9-	TUBO DI CONTENIMENTO ELETTROPOMPE
10-	ELETTROPOMPA
11-	IDROMETRO A PRESSIONE
12-	GRIGLIE FERMAERBA



CONSORZIO della BONIFICA
RENO - PALATA

PROGRAMMA TRIENNALE PER LA TUTELA AMBIENTALE 1994-1996
AREA PROGRAMMATA D'INTERVENTO "C"
AREA AD ELEVATO RISCHIO DI CRISI AMBIENTALE "CONOIDI"
SETTORE: GESTIONE RISORSE IDRICHE
INTERVENTO N° 152
SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE
IN COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)
1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. n°: 1.6

Data: 20 gennaio 2000

Scala:

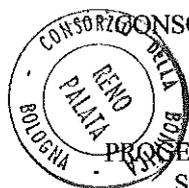
Rev. n°:

File: vari

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

IL PROGETTISTA



CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA

PROGETTAZIONE IDRAULICA ED OPERE CIVILI
SETTORE PROGETTAZIONE E STUDI

(Ing. Marco Sovrini)

IL COLLABORATORE DELL'AREA TECNICO AMBIENTALE
(Dr. Giuseppe Arcidiacono)

OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE
(Per. Ind. Franco Cocchi)

**CONSORZIO DELLA BONIFICA RENO-PALATA
PROVINCIA DI BOLOGNA**

Legge n. 305/89 art. 6

Programma triennale per la tutela dell'ambiente

Intervento n. 152

**SISTEMA IRRIGUO IN PRESSIONE IN
COMUNE DI SAN CESARIO S.P. (MO)**

I STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

SOMMARIO

1. GENERALITA'

- 1.1 Normativa di riferimento
- 1.2 Carichi e sovraccarichi
- 1.3 Caratteristiche dei materiali

2. VERIFICA FABBRICATO SERVIZI

- 2.1 Dati generali dell'edificio
- 2.2 Verifica del coperto
 - 2.2.1 Caratteristiche geometriche
 - 2.2.2 Analisi carichi
 - 2.2.3 Calcolo delle sollecitazioni
 - 2.2.4 Verifiche e dimensionamento delle armature
 - 2.2.5 Dimensionamento del cordolo perimetrale e dei tiranti
- 2.3 Verifica delle murature perimetrali e delle fondazioni
 - 2.3.1 Dati geometrici dei maschi
 - 2.3.2 Dati geometrici delle fondazioni
 - 2.3.3 Dati dei carichi dei maschi
 - 2.3.4 Taglianti di piano
 - 2.3.5 Sigma statiche dei maschi
 - 2.3.6 Sigma in fondazione
 - 2.3.7 Analisi semplificata
 - 2.3.8 Verifiche dei maschi

3. VERIFICA CAMERA DI MANOVRA

- 3.1 Soletta alla base
- 3.2 Pareti verticali
- 3.3 Soletta superiore
- 3.4 Blocco di ancoraggio

4. DIMENSIONAMENTO DEI BLOCCHI DI ANCORAGGIO

5. VERIFICA TUBAZIONI

1. GENERALITA'

Oggetto dei lavori in perizia è la realizzazione di un sistema di distribuzione irriguo in pressione in Comune di San Cesario S. P.

La presente relazione di calcolo ha lo scopo di verificare le principali strutture: fabbricato servizi, camera di manovra, blocchi di ancoraggio, tubazioni.

L'ubicazione, le caratteristiche architettoniche e i disegni esecutivi sono riportati negli elaborati grafici di progetto.

1.1. Normativa di riferimento

Il calcolo delle strutture è stato eseguito con il "metodo delle tensioni ammissibili" nell'osservanza della normativa che attualmente regola l'esecuzione delle opere in cemento armato e muratura:

a) Carichi e sovraccarichi

- DM 16.01.1996 Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

b) opere in c.a.

- Legge 5.11.1971 n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica

- DM 14.02.1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- Circolare MLP n. 37406 del 24.06.1993. Legge 5.11.1971, n. 1086. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al DM 14.02.1992

- DMLP 9.01.1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche

c) Rocce e terreno di fondazione

- DM 21.01.1981 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre

- Circolare MLP n. 21597 del 3.06.1981 Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche del DM 21.01.1981

c) Opere in muratura

- DM 20.11.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento

1.2. Carichi e sovraccarichi

Nella progettazione delle strutture portanti si sono assunti i seguenti sovraccarichi:

a) Fabbricato servizi:

- sovraccarico neve
- spinta del vento

b) Camera di manovra:

- spinte idrauliche
- spinta del terreno
- sovraccarichi di cantiere

c) Blocchi di ancoraggio:

- spinte idrauliche
- spinta del terreno

d) Tubazioni:

- pressione interna
- sovraccarico del terreno
- sovraccarichi di cantiere
- sovraccarichi stradali

Pressione interna:

La massima pressione di esercizio delle condotte è 10 bar (1 N/mmq). In fase di collaudo delle condotte la pressione di prova è di 15 bar.

Carico Neve:

In base al DM 16.01.1996 il carico neve per la zona 1 e altitudini inferiori a 200 m risulta:

$$qs(kN/mq) = \mu qsk = 0.8 \cdot 1.6 = 1.28$$

Spinta del vento

In base al DM 16.01.1996 e alla Circolare 4.07.1996, N. 156 AA.GG./STC la pressione del vento risulta:

$$p = qref \cdot Ce \cdot Cp \cdot Cd$$

qref è la pressione cinetica di riferimento, Ce, Cp e Cd, rispettivamente il coefficiente di esposizione di forma e dina per la zona geografica 2, classe di rugosità C (aree con ostacoli diffusi) e altitudini inferiori a 500 m si ha:

Zona geografica	2	
Classe di rugosità	C	
Categoria di esposizione	III	
Velocità di riferimento (50 anni di Tr): Vrefo (m/s) =	25	
Altitudine sul livello del mare del sito: as(m)	20	
ao (m) =	750	
ka (s ⁻¹) =	0.024	
kr =	0.2	
zo (m) =	0.1	
zmin (m) =	5	
Coefficiente di topografia: ct =	1	
Tempo di ritorno: tr (anni) =	250	
Coefficiente di ritorno (ar):		
ar = 0.65*(1 - 0.14*LN(-LN(1 - 1/tr)))	1.15	
Vref(tr) = ar*max(Vrefo+ka*(as-ao);Vrefo) (m/s)	28.81	104 (km/h)
Altezza della struttura h (m) =	3.5	
Coeff. di esposizione:		
ceo(zmin) = kr ² *ct*LN(zmin/zo)*(7+ct*LN(zmin/zo))	1.71	Z <= Zmin
ce(h) = max(kr ² *ct*LN(h/zo)*(7+ct*LN(h/zo));ceo)	1.71	Z > Zmin

Posto:

Coefficiente dinamico: cd =	1
Coeff. Di forma (o aerodinamico) cp =	0.8

Risulta:

Press. Cinetica di rif. qref (kN/mq) = Vref ² /1600	0.52
Press. del vento p(kN/mq) = qref*ce*cp*cd =	0.71

Spinta del terreno

Assumendo un peso specifico del terreno di riempimento pari a 20 kN/mq ed un angolo di attrito pari 30°, i coefficiente di spinta attiva e passiva risultano rispettivamente:

$k_a = 0.33$

$k_p = 3$

Sovraccarichi stradali

Si assume un mezzo convenzionale a tre assi da 450 kN con carico per ruota da 75 kN su impronta 30x30 cm

1.3 Caratteristiche dei materiali

Per la progettazione dello sbarramento le sollecitazioni ammissibili risultano:

Calcestruzzo per c.a.

- Peso specifico (kN/mc)	25
- Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} (N/mm ²)	30
- Tensione ammissibile a compressione e flessione (N/mm ²)	9.8
- Tensione limite a taglio T_{c1} (N/mm ²)= $14+(30-15)/35 =$	1.83
- Tensione ammissibile per armatura a taglio T_{co} (N/mm ²) = $.4+(35-15)/75 =$	0.60

Acciaio per c.a FeB44k:

- Tipo: FeB44k controllato in stabilimento	
- Sollecitazione ammissibile: σ_{s} (N/mm ²) =	255

Muratura di mattoni

Bimattone (Doppio UNI) 25x12x12 cm	
Peso specifico muratura (kN/mq)	12
Modulo elastico E (N/mm ²)	9800
Modulo elastico tangenziale G (N/mm ²)	3920
Malta tipo 2	
f_{bk} (N/mm ²) =	29
Resistenza caratteristica a compressione f_k (N/mm ²) =	9.8
Resistenza caratteristica a taglio f_{vko} (N/mm ²) =	0.3
Tensione di base ammissibile a compressione σ_{gm} (N/mm ²) = $f_k/5 =$	2.0
Tensione tangenziale ammissibile a taglio: τ_{aum} (N/mm ²) = $F_{vk}/5$	

Terreno di fondazione:

Le fondazioni del fabbricato servizi sono ubicate alla profondità di circa 1 m sotto il piano di campagna.

A tale profondità il terreno è a matrice prevalentemente ghiaiosa.

Assumendo:

Angolo di attrito ϕ (gr) =	30
Coesione c_t (kN/mq)	0
Profondità fondazione h (m) =	1
Larghezza fondazione b (m) =	0.6
Rapporto $F_h/F_v =$	0.25
Peso specif. terreno g_t (kN/mc)	18.7

Formula di Hansen:

$k_p =$	3.00
$d_q =$	1.58
$i_q =$	0.88

Nq =	18.40
Nc =	30.14
Ng =	18.08
plim (kN/mq) =	554
pamm (kN/mq) =	185

A favore della sicurezza si assume una pressione ammissibile di 150 kN/mq

2. VERIFICA FABBRICATO SERVIZI

2.1 Dati generali dell'edificio

Come risulta dai disegni allegati al progetto, il fabbricato è a un solo piano (piano terra) con altezza dallo spiccatto delle fondazioni all'imposta del coperto di 4.40 m.

L'edificio è a pianta rettangolare con dimensioni esterne 5.80 x 11.80 m.

Il coperto è a due falde inclinate sull'orizzontale di circa 16°.

Esso è realizzato con pannelli di solaio prefabbricato in laterocemento dello spessore di 12 cm larghi 80 cm. La spinta orizzontale del tetto è eliminata da catene di acciaio del diametro di 22 mm.

Le murature sono in bimattone dello spessore di 25 cm intonacate internamente ed esternamente.

Le fondazioni in calcestruzzo hanno una larghezza di 60 cm e una altezza di 30 cm.

Lungo i lati maggiori sono ricavate 3 finestre di dimensioni 150x h = 60 cm.

Il portone principale ha una luce di 2.00 m ed un'altezza di 3.00 m

2.2 Verifica del coperto

2.2.1 Caratteristiche geometriche

Freccia f (m) =	0.79
Luce totale delle due falde 2l(m) =	5.50
Spessore s (m) =	0.12

2.2.2 Analisi carichi

Carichi Permanenti

Peso proprio solaio (kN/mq)	1.50	
Isolante (kN/mq)	0.10	
Tegole (kN/mq)	0.60	
		2.20
Incremento per inclinaz. Coperto (4%)		0.09
Totale carichi permanenti (kN/mq)		2.29

Carichi Accidentali

Neve (kN/mq)		1.28	
Totale carichi perm.+accid. Q(kN/mq)		1.28	3.57

2.2.3 Calcolo delle sollecitazioni

Nell'ipotesi di parziale semincastro alle imposte (1) si ha:

Momento flettente:

$$M1 \text{ (kNm/m)} = -1/24ql^2 = -1/24 \cdot 3.57 \cdot 2.75^2 = -1.12$$

Reazione verticale:

$$V1 \text{ (kN/m)} = ql = 357 \cdot 2.75 = 9.82$$

Reazione orizzontale:

$$Z1 \text{ (kN/m)} = 27/48 ql^2/f = 27/48 \cdot 3.57 \cdot 2.75^2 / 0.785 = 19.35$$

Sforzo normale:

$$N1 \text{ (kN/m)} = Z1 \cdot \cos\alpha + V1 \cdot \sin\alpha = 19.35 \cdot \cos 15.95 + 9.82 \cdot \sin 15.95 = 21.30$$

Taglio:

$$T1 \text{ (kN/m)} = V1 \cdot \cos\alpha - Z1 \cdot \sin\alpha = 9.82 \cdot \cos 15.95 - 19.35 \cdot \sin 15.95 = 4.13$$

In chiave (3) si ha:

$$M3 \text{ (kNm/m)} = -5/48ql^2 = -5/48 \cdot 3.57 \cdot 2.75^2 = -2.81$$

$$T3 \text{ (kN/m)} = -Z1 \cdot \sin\alpha = -19.35 \cdot \sin 15.95 = -5.31$$

$$N3 \text{ (kN/m)} = Z1 \cdot \cos\alpha = 19.35 \cdot \cos 15.95 = 18.61$$

Nell'ipotesi di cerniere alle imposte (1) si ha:

$$M1' \text{ (kNm/m)} = 0.00$$

$$Z1' \text{ (kN/m)} = 30/48 ql^2/f = 30/48 \cdot 3.57 \cdot 2.75^2 / 0.785 = 21.50$$

$$T1' \text{ (kN/m)} = V1 \cdot \cos\alpha - Z1' \cdot \sin\alpha = 9.82 \cdot \cos 15.95 - 21.5 \cdot \sin 15.95 = 3.54$$

$$M1-3 \text{ (kNm/m)} = 1/14.3pl^2 + 1/10.4l^2 = 1/14.3 \cdot 2.29 \cdot 2.75^2 + 1.28 \cdot 2.75^2 / 10 = 2.14$$

$$M3' \text{ (kNm/m)} = -1/8ql^2 = -1/8 \cdot 3.57 \cdot 2.75^2 = -3.37$$

$$T3' \text{ (kN/m)} = -Z1' \cdot \sin\alpha = -21.5 \cdot \sin 15.95 = -5.91$$

Lo sporto del tetto è di circa 75 cm. Il momento risulta:

$$M1o \text{ (kNm/m)} = -3.58 \cdot 0.75^2 / 2 = -1.01$$

2.2.4 Verifiche e dimensionamento delle armature

Assumendo pannelli in laterocemento tipo Bisap (ditta RDB) di altezza 12 cm, larghezza 80 cm con armatura tipo 1 (4d6/pannello), si ha:

$$Ws \text{ (cm)} = 13.32$$

$$Wc \text{ (cm)} = 818$$

$$\text{Momento max di servizio (positivo)} = 2.93 \text{ kNm/m}$$

Nel nostro caso il momento max positivo M1-3 è 2.14 kN e pertanto risulta:

$$\text{sigf (N/mm}^2\text{)} = 2.14 \cdot 1000 / 13.32 = 161 < 220$$

$$\text{sigc (N/mm}^2\text{)} = 2.14 \cdot 1000 / 818 = 3 < 9.7$$

$$\text{Tau (N/mm}^2\text{)} = 4.13 \cdot 1000 / 190 \cdot 0.9 / 100 = 0.24 < 0.6$$

Momento negativo in chiave (3)

$$\text{sigc (N/mm}^2\text{)} = 3.37 \cdot 1000 / 818 = 4.12 < 9.7$$

$$Af \text{ (cm}^2\text{/m)} = 3.37 \cdot 1000 / 0.9 / 10 / 220 = 1.70$$

Che rapportati al pannello di 80 cm corrispondono a 1.36 cm²/pannello

Si assumono 2d10/pannello (Af=1.57 cm²)

$$\text{Tau (N/mm}^2\text{)} = 5.93 \cdot 1000 / 190 \cdot 0.9 / 100 = 0.35 < 0.6$$

Momento negativo sull'appoggio (1)

$$Af \text{ (cm}^2\text{/m)} = 1.12 \cdot 1000 / 0.9 / 10 / 220 = 0.57$$

Che rapportati al pannello di 80 cm corrispondono a 0.46 cm²/pannello

Si assume $1d_{10}/\text{pannello}$ ($A_f=0.78 \text{ cmq}$)

Per effetto dello sforzo normale, assumendo una larghezza resistente di 19 cm, si ha:

$$\text{sig} = 21.3 \cdot 1000 / 19 / 10 \qquad 1.12 < 6.8$$

2.2.5 Dimensionamento del cordolo perimetrale e dei tiranti

Nell'ipotesi di trave continua su più appoggi ad interasse 2.40 m, si ha:

$$M \text{ (kNm)} = Z \cdot I^2 / 10 = 21.5 \cdot 2.4^2 / 10 = 12.38$$

$$T \text{ (kNm)} = Z \cdot I / 2 = 21.5 \cdot 2.4 / 2 = 25.80$$

Assumendo un cordolo 25x20 cm armato con 4d16, si ha:

$A_f \text{ (cmq)} = 2d_{16}$	4.02
$A_f' \text{ (cmq)} = 2d_{16} =$	4.02
$b \text{ (cm)} =$	20
$d \text{ (cm)} = 25-3$	22
$d' \text{ (cm)} =$	3
$x \text{ (cm)} = m \cdot A_{ft} / b \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot (A_f \cdot d + A_f' \cdot d') / m \cdot A_{ft}^2)^{0.5}) =$	7.65
$J_{ci} \text{ (cmc)} = b \cdot x^3 / 3 + m \cdot A_f \cdot (x-d')^2 + m \cdot A_f' \cdot (d-x)^2 =$	16706
$S_x = b \cdot x^2 / 2 + m \cdot A_{fc} \cdot (x-d')$	865
$M \text{ (kNm)} =$	12.38
$T \text{ (kN)} =$	25.8
$\text{sig.c (N/mm}^2\text{)} = M \cdot x / J_{ci} =$	5.67 < 9.7 N/mm ²
$\text{sig.f (N/mm}^2\text{)} = m \cdot \text{sig.c} \cdot (d-x) / x =$	160 < 255 N/mm ²
$\text{Tau (N/mm}^2\text{)} = T / b \cdot h_o =$	0.67 > 0.6 N/mm ²
$\text{Tau} \cdot b \text{ (N/mm)}$	134 147.01244
$A_{fst} \text{ (cmq)} = 2d_8$	1.01
Passo staffe (cm) =	15.0
$\text{sigst (N/mm}^2\text{)} =$	198 < 255 N/mm ²

Le staffe d8 dovrebbero pertanto essere poste ad un intervallo medio di oltre 30 cm.

A favore della sicurezza si assumono staffe d8/20 cm

Tiro dei tiranti:

$$Z_t \text{ (kN)} = 1.1 \cdot Z \cdot i = 1.1 \cdot 21.5 \cdot 2.4 \qquad 56.76$$

$$A_f \text{ (cmq)} = 56.76 \cdot 10 / 160 = 3.55$$

Si assume una barra d22 di acciaio Fe360

2.3 VERIFICA DELLE MURATURE PERIMETRALI E DELLE FONDAZIONI

ANALISI STATICA : questo calcolo è basato sulle indicazioni contenute nel D.M. LL.PP. 20 nov. 1987 'Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento'.

La struttura viene scomposta in 'maschi' murari, che sono caricati in testa dai solai e dagli scarichi dei maschi sovrastanti; la trasmissione degli scarichi dai piani superiori a quelli inferiori avviene in proporzione alle aree ed alle distanze fra i maschi dei due livelli, fino alle fondazioni.

Viene presa in considerazione anche l'azione esercitata dal vento in termini di pressione e depressione.

In base alle azioni calcolate ed al conseguente stato tensionale vengono effettuate le verifiche richieste nel citato decreto al p.2.4.1. secondo il metodo delle tensioni ammissibili. Queste verifiche possono essere omesse col Dimensionamento Semplificato, nel caso vengano soddisfatti i requisiti esposti al p. 2.1 e 3.1 capi a) b) c) d), oltre al controllo sulla Sigma Media.

2.3.1 DATI GEOMETRICI DEI MASCHI

-- LEGENDA :

N... : Numero del Maschio
Sp.. : Spessore in [cm]
L... : Lunghezza in [cm]
H... : Altezza media in [cm]
X1.. : Ascissa iniziale in [cm]
Y1.. : Ordinata iniziale in [cm]
Z1.. : Quota iniziale inferiore in [cm]
X2.. : Ascissa finale in [cm]
Y2.. : Ordinata finale in [cm]
Z2.. : Quota finale inferiore in [cm]
Mat. : Materiale (cfr.tabella)
Ppr. : Peso Proprio [kg]

-- Maschi del Piano 1 --

N	Sp	L	H	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Mat	Ppr
1	25	175	440	100	100	0	275	100	0	8	2309
2	25	35	440	100	1190	0	135	1190	0	8	461
3	25	140	440	235	1190	0	375	1190	0	8	1847
4	25	140	440	375	1190	0	515	1190	0	8	1847
5	25	35	440	615	1190	0	650	1190	0	8	461
6	25	270	440	100	1190	0	100	920	0	8	3564
7	25	50	440	100	770	0	100	720	0	8	660
8	25	50	440	100	570	0	100	520	0	8	660
9	25	270	440	100	370	0	100	100	0	8	3564
10	25	175	440	475	100	0	650	100	0	8	2309
11	25	270	440	650	100	0	650	370	0	8	3564
12	25	50	440	650	520	0	650	570	0	8	660
13	25	50	440	650	720	0	650	770	0	8	660
14	25	270	440	650	920	0	650	1190	0	8	3564

2.3.2 DATI GEOMETRICI DELLE FONDAZIONI

-- LEGENDA :

N... : Numero della Fondazione
 H... : Altezza in [cm]
 Sp.. : Larghezza in [cm]
 L... : Lunghezza in [cm]
 X1.. : Ascissa iniziale in [cm]
 Y1.. : Ordinata iniziale in [cm]
 Z1.. : Quota iniziale estradosso in [cm]
 X2.. : Ascissa finale in [cm]
 Y2.. : Ordinata finale in [cm]
 Z2.. : Quota finale estradosso in [cm]
 Mat. : Materiale (cfr.tabella)
 Ppr. : Peso Proprio

N	H	Sp	L	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Mat	Ppr
1	30	60	1090	100	1190	0	100	100	0	8	2354
2	30	60	1090	650	100	0	650	1190	0	8	2354
3	30	60	275	100	100	0	375	100	0	8	594
4	30	60	275	375	100	0	650	100	0	8	594
5	30	60	275	100	1190	0	375	1190	0	8	594
6	30	60	275	375	1190	0	650	1190	0	8	594

2.3.3 DATI DEI CARICHI DEI MASCHI

-- LEGENDA :

N... : Numero del Maschio
 Gs.. : Carichi Permanenti da solaio [kg]
 Qs.. : Carichi Accidentali da solaio [kg]
 Rs.. : Carichi Accid. ridotti da solaio [kg]
 Ga.. : Carichi Permanenti aggiuntivi [kg]
 Qa.. : Carichi Accidentali aggiuntivi [kg]
 Ra.. : Carichi Accid. ridotti aggiuntivi [kg]
 Gp.. : Carichi Permanenti da piattabande [kg]
 SpOr : Spinta orizzontale [kg]
 SprV : Sigma orizzontale da precompressione [kg/cmq]
 SprO : Sigma verticale da precompressione [kg/cmq]

-- Maschi del Piano 1 --

N	Gs	Qs	Rs	Ga	Qa	Ra	Gp	SpOr	SprO	SprV
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0
6	3641	2118	695	0	0	0	855	0	0	0
7	674	392	128	0	0	0	1710	0	0	0
8	674	392	128	0	0	0	1710	0	0	0
9	3641	2118	695	0	0	0	855	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	3641	2118	695	0	0	0	855	0	0	0
12	674	392	128	0	0	0	1710	0	0	0
13	674	392	128	0	0	0	1710	0	0	0
14	3641	2118	695	0	0	0	855	0	0	0

2.3.4 TAGLIANTI DI PIANO

Vento Pressione [kg/mq]: 70
 Vento Depressione [kg/mq]: 35

-- LEGENDA :

P... : Numero del Piano
 Qp.. : Quota del Piano [cm]

TvX. : Forza di Piano Tagliante da Vento in //X [kg]
 TvY. : Forza di Piano Tagliante da Vento in //Y [kg]
 MvX. : Momento da Vento in //X [kgm]
 MvY. : Momento da Vento in //Y [kgm]

P	Qp	TvX	TvY	MvX	MvY
1	440	5036	2541	11079	5590

2.3.5 SIGMA STATICHE DEI MASCHI

-- LEGENDA :

N... : Numero del Maschio
 Ppr. : Peso Proprio del Maschio [kg]
 Gtot : Carico Permanente Totale sul Maschio [kg]
 Qtot : Carico Accidentale Totale sul Maschio [kg]
 Rtot : Carico Accidentale Ridotto Totale sul Maschio [kg]
 Gsup : Carico Permanente trasmesso dal piano superiore [kg]
 Qsup : Carico Accidentale trasmesso dal piano superiore [kg]
 Rsup : Carico Accidentale Ridotto trasmesso dal piano superiore [kg]
 Area : Area della sezione del Maschio [mq]
 Sig. : Sigma Statica del Maschio (PesoPr+PesoPttb+G+Q)/Area [kg/cmq]
 N.B. La Sigma cosi' calcolata ha valore puramente di controllo.

-- Maschi del Piano 1 --

N	Ppr	Gtot	Qtot	Rtot	Gsup	Qsup	Rsup	Area	Sig.
1	2309	0	0	0	0	0	0	.43	.53
2	461	255	0	0	0	0	0	.08	.82
3	1847	255	0	0	0	0	0	.35	.60
4	1847	255	0	0	0	0	0	.35	.60
5	461	255	0	0	0	0	0	.08	.82
6	3564	4496	2118	695	0	0	0	.67	1.51
7	660	2384	392	128	0	0	0	.12	2.75
8	660	2384	392	128	0	0	0	.12	2.75
9	3564	4496	2118	695	0	0	0	.67	1.51
10	2309	0	0	0	0	0	0	.43	.53
11	3564	4496	2118	695	0	0	0	.67	1.51
12	660	2384	392	128	0	0	0	.12	2.75
13	660	2384	392	128	0	0	0	.12	2.75
14	3564	4496	2118	695	0	0	0	.67	1.51

2.3.6 SIGMA IN FONDAZIONE

-- LEGENDA :

N... : Numero della Fondazione
 Ppr. : Peso Proprio della Fondazione [kg]
 Psup : Somma di tutti i G+Q dei Maschi sovrastanti [kg]
 Area : Area d'impronta della Fondazione [mq]
 Sst. : Sigma in condizioni statiche [kg/cmq]
 Vst. : Verifica in condizioni statiche
 Massima Sigma in Fondazione [kg/cmq]: 1

N	Ppr	Psup	Area	Sst	Vst
1	2354	27228	6.54	.45	ok
2	2354	27228	6.54	.45	ok
3	594	2309	1.65	.18	ok
4	594	2309	1.65	.18	ok
5	594	2818	1.65	.21	ok
6	594	2818	1.65	.21	ok

2.3.7 ANALISI SEMPLIFICATA

-- LEGENDA :

Verifica secondo i punti 2.1/3.1 DM LL.PP. 20/11/87.
 Per essere soddisfatta, lo devono essere tutti i punti.

N... : Numero del Piano
 Pa.. : Verifica del Punto a)
 Pb.. : Verifica del Punto b)
 Pc.. : Verifica del Punto c)
 Pd.. : Verifica del Punto d)
 VTA. : Verifica tensioni ammissibili
 AreP : Area del Perimetro [mq]
 ArMX : Area muri in //X [mq]
 ArMY : Area muri in //Y [mq]
 %AMX : Percentuale Area muri in //X [%]
 %AMY : Percentuale Area muri in //Y [%]
 Smd. : Sigma Media [Kg/cmq]

N	Pa	Pb	Pc	Pd	VTA	AreP	ArMX	ArMY	%AMX	%AMY	Smd
1	Ok	Ok	Ok	No	Ok	59.9	1.7	-.1	2.9	-.1	1.9

2.3.8 VERIFICHE DEI MASCHI

-- LEGENDA :

N... : Numero del Maschio

Es.. : Eccentricita' Totale dei carichi verticali [cm]

Ev.. : Eccentricita' da Vento [cm]

Ea.. : Eccentricita' da Esecuzione [cm]

E1.. : Eccentricita' per le verifiche $|Es|+|Ea|$ [cm]

E2.. : Eccentricita' per le verifiche $E1/2+|Ev|$ [cm]

Scs. : Sigma a Compressione in Sommita' [kg/cm²]

Scb. : Sigma a Compressione alla Base [kg/cm²]

Spr. : Sigma a Pressoflessione [kg/cm²]

Tau. : Tau da Taglio [kg/cm²]

Tcr. : Resistenza Caratteristica a taglio in [Kg/cm²]

NB. Se a fianco ad un valore appare il simbolo '*' vuol dire che la verifica non e' soddisfatta.

-- Maschi del Piano 1 --

N	Es	Ev	Ea	E1	E2	Scs	Scb	Spr	Tau	Tcr
1	0	-40.4	2.2	2.2	41.4	0	1.7	1.7	.0	3.2
2	0	19.1	2.2	2.2	20.2	.3	2.4	2.4	.0	3.3
3	0	31.6	2.2	2.2	32.7	.1	1.9	1.9	.0	3.2
4	0	31.6	2.2	2.2	32.7	.1	1.9	1.9	.0	3.2
5	0	19.1	2.2	2.2	20.2	.3	2.4	2.4	.0	3.3
6	-4.2	-9.3	2.2	6.3	12.4	2.5	5.5	5.5	.0	3.6
7	-4.2	-4.7	2.2	6.3	7.8	5.1	7.7	7.7	.0	4.1
8	-4.2	-4.7	2.2	6.3	7.8	5.1	7.7	7.7	.0	4.1
9	-4.2	-9.3	2.2	6.3	12.4	2.5	5.5	5.5	.0	3.6
10	0	-40.4	2.2	2.2	41.4	0	1.7	1.7	.0	3.2
11	-4.2	-9.3	2.2	6.3	12.4	2.5	5.5	5.5	.0	3.6
12	-4.2	-4.7	2.2	6.3	7.8	5.1	7.7	7.7	.0	4.1
13	-4.2	-4.7	2.2	6.3	7.8	5.1	7.7	7.7	.0	4.1
14	-4.2	-9.3	2.2	6.3	12.4	2.5	5.5	5.5	.0	3.6

3. VERIFICA CAMERA DI MANOVRA

3.1 Soletta alla base

La soletta alla base ha dimensioni 3.00x3.00 m con spessore 30 cm

Ipotizzando di sovraccaricare la cameretta con 3 assi di una motrice da 450 kN, la pressione scaricata in fondazione risulta:

$$p_t(\text{kN/mq}) = 450/3.00/3.00 = 50$$

Ipotizzando uno schema statico di lastra quadrata appoggiata 2.30x2.30 m

Si ha:

$$L_y/L_x = 2.30/2.30 = 1.00$$

$$k(\text{kN}) = p \cdot L_y \cdot L_x = 50 \cdot 2.30 \cdot 2.30 = 265$$

Dalle tabelle risulta un coefficiente $c_x = 27.2$

$$m_x m_y = m_{ym}(\text{kNm/m}) = K/c_x = 265/27.2 = 9.7$$

Considerando invece la lastra incastrata si ha:

$$m_{xem}(\text{kNm/m}) = K/c_e = 265/19.4 = 13.7$$

$$A_f(\text{cmq}) = 5d^{10} = 3.93$$

$$A_f'(\text{cmq}) = 5d^{10} = 3.93$$

$$b(\text{cm}) = 100$$

$$d(\text{cm}) = 30 - 3 = 27$$

$$d'(\text{cm}) = 3$$

$$x(\text{cm}) = m \cdot A_f / b \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot (A_f \cdot d + A_f' \cdot d') / m \cdot A_f \cdot d^2)^{0.5}) = 4.88$$

$$J_{ci}(\text{cm}^4) = b \cdot x^3 / 3 + m \cdot A_f' \cdot (x - d')^2 + m \cdot A_f \cdot (d - x)^2 = 32926$$

$$S_x = b \cdot x^2 / 2 + m \cdot A_f \cdot (x - d') = 1304$$

$$M(\text{kNm}) = 13.70$$

$$T(\text{kN}) = 28.8$$

$$\sigma_c(\text{N/mm}^2) = M \cdot x / J_{ci} = 2.03 < 9.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_f(\text{N/mm}^2) = m \cdot \sigma_c \cdot (d - x) / x = 138 < 255 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau(\text{N/mm}^2) = T / b \cdot h_o = 0.11 > 0.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \cdot b(\text{N/mm}) = 114 \quad 25.091769$$

$$A_{fst}(\text{cmq}) = 2d^8 = 1.01$$

$$\text{Passo staffe}(\text{cm}) = 20.0$$

$$\sigma_{gst}(\text{N/mm}^2) = 226 < 255 \text{ N/mm}^2$$

3.2 Pareti verticali

La parete ha dimensioni 3.30x2.60 m con spessore 30 cm

La spinta esercitata dalla derivazione DN 450 all pressione di collaudo di 15 bar è:

$$S(\text{kN}) = 1.5 \cdot 3.14 \cdot 450^2 / 4 / 1000 = 238$$

La pressione media esercitata dalla parete sul suolo è:

$$p_t(\text{kN/mq}) = 238/3.30/2.60 = 27.7$$

Ipotizzando un andamento della pressione triangolare, nullo in sommità e massimo alla base, la pressione massima risulta $2p_t = 55.5 \text{ kN/mq}$

Ipotizzando uno schema statico di lastra rettangolare 2.30x3.30 m, incastrata su tre lati e libera in sommità caricata con sovraccarico triangolare massimo alla base.

Si ha:

$$L_y/L_x = 3.30/2.30 = 1.43$$

$$k \text{ (kN)} = p \cdot L_y \cdot L_x / 2 = 55.5 \cdot 2.30 \cdot 3.30 / 2 = 211$$

$$\text{Dalle tabelle risulta un coefficiente } c_y = 17$$

$$m_{yem} \text{ (kNm/m)} = K / c_y = 211 / 27.2 = 12.4$$

Analogamente per m_{xem} :

$$m_{xem} \text{ (kNm/m)} = K / c_x = 211 / 17 = 12.4$$

Si assume la stessa armatura della piastra di base: doppia armatura 5d10/20x20

3.3 Soletta superiore

Ipotizzando una ruota da 75 kN sul grigliato il momento flettente massimo all'incastro risulta

$$M \text{ (kNm)} = P \cdot l = 75 \cdot 0.5 = 37.5$$

Assumendo una diffusione a 45° delle tensioni, la larghezza di ripartizione del momento risulta:

$$b \text{ (m)} = c + 2 \cdot l = 0.30 + 2 \cdot 0.5 = 1.3$$

Il momento unitario risulta pertanto:

$$m \text{ (kNm/m)} = 37.5 / 1.3 = 28.8$$

$$t \text{ (kN/m)} = 75 / 1.3 = 57.7$$

Assumendo 5 d12/m, si ha:

$$A_f \text{ (cm}^2\text{)} = 5d12 = 5.66$$

$$A_f' \text{ (cm}^2\text{)} = 5d10 = 3.93$$

$$b \text{ (cm)} = 100$$

$$d \text{ (cm)} = 30 - 3 = 27$$

$$d' \text{ (cm)} = 3$$

$$x \text{ (cm)} = m \cdot A_f / b \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot (A_f' \cdot d + A_f' \cdot d') / m \cdot A_f^2)^{0.5}) = 5.73$$

$$J_{ci} \text{ (cm}^4\text{)} = b \cdot x^3 / 3 + m \cdot A_f' \cdot (x - d')^2 + m \cdot A_f' \cdot (d - x)^2 = 45120$$

$$S_x = b \cdot x^2 / 2 + m \cdot A_f' \cdot (x - d') = 1805$$

$$M \text{ (kNm)} = 28.80$$

$$T \text{ (kN)} = 57.7$$

$$\sigma_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = M \cdot x / J_{ci} = 3.66 < 9.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_f \text{ (N/mm}^2\text{)} = m \cdot \sigma_c \cdot (d - x) / x = 204 < 255 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \text{ (N/mm}^2\text{)} = T / b \cdot h_o = 0.23 < 0.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \cdot b \text{ (N/mm)} = 231$$

$$A_{fst} \text{ (cm}^2\text{)} = 2d8 = 1.01$$

$$\text{Passo staffe (cm)} = 10.0$$

$$\sigma_{gst} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 229 < 255 \text{ N/mm}^2$$

3.4 Blocco di ancoraggio

In senso longitudinale, per effetto della riduzione di diametro DN 600-450, alla pressione di collaudo la spinta risulta

$$S \text{ (kN)} = p \cdot (A_2 - A_1) = 1.5 \cdot 3.14 \cdot (600^2 - 450^2) / 4 / 1000 = 185$$

Avendo il blocco una sezione alla base 85x85 cm, la tensione tangenziale risulta:

$$\tau \text{ (N/mm}^2\text{)} = S / b \cdot 0.9 / h = 185 / 85 \cdot 0.9 / 80 = 0.30 < 0.6 \text{ N/mm}^2$$

Non sarebbe pertanto necessario armare a taglio. Si affida comunque tutto il taglio a delle staffe alla σ di lavoro 120 N/mm²:

$$A_f \text{ (cm}^2\text{)} = 185 / 120 \cdot 10 = 15.42$$

Si assumono 8 staffe d12 a due bracci

4. DIMENSIONAMENTO DEI BLOCCHI DI ANCORAGGIO

De (DN) (mm)	sp (mm)	Di (mm)	Ai (cmq)	PN (bar)	Pc (bar)	F (kg)	alfa (gr)	R (kg)	alfa (gr)	R (kg)	alfa (gr)	R (kg)
640	20	600	2827	10	15	42412	22.5	16548	45	32460	67.5	47125
480	15	450	1590	10	15	23856	22.5	9308	45	18259	67.5	26508
315	15	285	638	10	15	9569	22.5	3734	45	7324	67.5	10633
200	9.6	180.8	257	10	15	3851	22.5	1503	45	2947	67.5	4279
160	7.7	144.6	164	10	15	2463	22.5	961	45	1885	67.5	2737

Riduzione di diametro

D1 (mm)	D2 (mm)	F1 (kg)	F2 (kg)	R (kg)
640	480	42412	-23856	-----> 18555
480	315	23856	-9569	-----> 14287
315	200	9569	-3851	-----> 5718

Legenda:

De	Diametro esterno
Di	Diametro interno
Sp	Spessore tubazione
Ai	Area interna tubazione
PN	Pressione nominale tubazione
Pc	Pressione di collaudo tubazione
F	Forza assiale nelle testate e nelle derivazioni
R	Risultante delle forze assiali nelle curve e nelle riduzioni

5. VERIFICA STATICA TUBAZIONI			Tubo in PRFV		(In rosso si riportano i valo		
Diametro esterno del tubo: De (mm)	De	mm	615.6				
Def. Iniz. Del tubo: eo (0.6%)	eo		0.0%	0	Tab. 2		
Spessore: s (mm)	s	mm	7.785			Senza com	
Diametro interno: Di (mm)	Di		600.03		Tipo terr	Es	k2
Diametro medio: Dm (mm)	Dm		607.815		1	0.7	0.15
Altezza di copertura: H(m)	H	m	2		2	0.6	0.15
Altezza del rilevato di ricoprimento: Hr(m)	Hr	m	0		3	0.5	0
Altezza della falda: Hw(m)=	Hw	m	0		4	0.3	0
Larghezza della trincea: B(m)=	B	m	1.2		5		
Mod. elast.iniz.tubo: Eti(N/mm ²) (tab. 6)	Eti	N/mm ²	26000				
Fattore di riduzione di Eti a lungo termine: (PVC: 2 - HDPE: 2.5)			2		Modulo del terreno Es, co		
Mod. elast.a lungo term: Etv(N/mm ²)	Etv	N/mm ²	13000		SC	Non utilizzo di m	
Mod. Poison tubo: nt (0.3-0.4)	nt		0.3		CC	Controllo dei me	
Mod. Poison terreno: ns (0-0.3)	ns		0	0	CV	Come sopra ed i	
Incremento dei carichi perman. a lungo term. DI (1.25-2.0)	DI		1.5				
Coeff. molt. di Esc (f. di Spangler: 0.061-0.111): fs	fs		0.061	0.061			
Rigid. anellare tub.: SN(kN/mq) = Eti s ³ /Dm ³ /(1-nt ²)/12	SN	kN/mq	5.00				
Rigid. anellare tub. Ult.: Snu(kN/mq) = Etv s ³ /Dm ³ /(1-nt ²)/12	Snu	kN/mq	2.50				
Costipamento terr. riemp. (Proctor %)	Prc		94.05		Tab. 1		
Modulo Elasticità terr. riemp. Es(N/mm ²)=	Es	N/mm ²	5.00		Tipo terreno		
Peso spec. terr. gt(kN/mc)	gt	kN/mc	18.70		1	B1, B3, D1, D2	
Angolo di attr. terreno di riemp. fhi	fhi	gr	34.00	0.5934	2	B2, B4, C2	
Angolo di attr. pareti fhip	fhip	gr	34.00	0.5934	3	C1	
Coeff. di attrito pareti mu = tg(fhip)	mu		0.67				
Coeff. di sp. attiva k = tg(45-fhi/2) ²	k		0.28		4	A1, A2, A3, B5,	
Coeff. Kk1 = k*tan(fhip)	kk1		0.191		5a	A4, F	
Coeff. di spinta orizz. Kk2 = (0.-0.5) (tab. 2)	kk2		0.000	0	5b	C3, D3, D4, E	
Moltip. di pmed nella f. di Spangler ksp(0-1)	ksp		0	0			
Coeff. di deformaz. (f. di Spangler) Ka = (0.116-0.083) (tab. 5)	ka		0.096				
Coef. di momento Kga = (0.585-0.275) (tab.5)	kga		0.315		Tab. 5		
Cd = (1-exp(-2*kk1*H/B))/2/kk1	cd		1.23		2*alfa	kga	ka
Press. vert. del terr. trincea stretta Prs(kN/mq) = cd*gt*B	Prs	kN/mq	27.68	17.038	0	0.585	0.116
Press. vert. del terr. trinc. larga Prl(kN/mq) = gt*H	Prl	kN/mq	37.40	23.023	30	0.465	0.113
Carico concentrato di una o una coppia di ruote P (kN)		kN	75.00		60	0.380	0.105
Press. per traff. strad.: Per(kN/mq) =		kN/mq	12.37		90	0.315	0.0965
Press. per carichi di cant.: Pec(kN/mq) = 50/H ²		kN/mq	0.00		120	0.275	0.089
Press. di ricop.: Pep(kN/mq) = gt*Hr*e ^{-(2*k1*H/B)}		kN/mq	0.00		180	0.25	0.083
Press. vert.: Pv(kN/mq) = Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	49.77	30.64			
Press. vert. a lungo term.: Pvu(kN/mq) = DI*Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	68.47	42.152			
Press. orizz.: Po(kN/mq) = pv*kk2		kN/mq	0.00		Tab. 6		
Press. idrost.: Pwe(kN/mq)=10*Hw		kN/mq	0.00			E m	
Press. media est.: Pme(kN/mq) = Pwe + (Pv + Po)/2 =		kN/mq	24.89			(N/mm ²)	
Coeff. minor. Es per falda CE = (0.5-1) (tab. 2)			1.00		PVC	3000	0.3
Coeff. minor. Es per palancole CEp = (0.2-1) (tab.4)			1.00		PE50	200	
Coeff. minor. di k2 per palanc. Crk2 = CEp (tab.4)			1.00		PE63	900	0.3-0.4
Modulo Elasticità terr. corretto Esc(N/mm ²)=Es*CE*CEp		N/mm ²	5.00		PE100	1400	
Indice di rigid. rel. tub/terr.: st = 1/(1-ns ²)*Esc/8/SN			124.92		FIBR	20000	
Indice di rigid. rel. tub/terr. ult.: stu = 1/(1-ns ²)*Esc/8/Snu			249.84		PRFV	26000	0.33
no (n>2 -> min(n ² -1+st/(n ² -1))			2	44.64			
Press. crit. collasso: Pcr (kN/mq)=8*(no ² -1+st/(no ² -1))*SN		kN/mq	1786.60	> 2.5*Pme (ok)			
no2 (n>2 -> min(n ² -1+st/(n ² -1))			2	86.28			
Press. crit. Collasso ult: Pcur (kN/mq)=8*(nou ² -1+st/(nou ² -1))*SN/2		kN/mq	1726.57	> 2.5*Pme (ok)			
Ovalizz. verticale a breve termine (3 mesi):					Incidenza delle rigidezze t		
ov1 = pv*(ka-k2/12)/(8*sn+fs*esc/(1-ns ²)-pme/3)			1.38%		11.6%	88.4%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme/pcr)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			1.38%	<=5% (ok)		(SN 2: 5%; SN>	
Ovalizz. verticale a lungo termine:							
ov1 = pvu*(ka-k2/12)/(8*snu+fs*esc/(1-ns ²)-pme*d/3)			2.02%		6.2%	93.8%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme*d/pcru)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			2.02%	<=8% (ok)		(SN 2: 8%; SN>	

VERIFICA STATICA TUBAZIONI			Tubo in PRFV		(in rosso si riportano i valo		
Diametro esterno del tubo: De (mm)	De	mm	615.6				
Def. Iniz. Del tubo: eo (0.6%)	eo		0.0%	0	Tab. 2		
Spessore: s (mm)	s	mm	7.785			Senza com	
Diametro interno: Di (mm)	Di		600.03		Tipo terr	Es	k2
Diametro medio: Dm (mm)	Dm		607.815		1	0.7	0.15
Altezza di copertura: H(m)	H	m	1		2	0.6	0.15
Altezza del rilevato di ricoprimento: Hr(m)	Hr	m	0		3	0.5	0
Altezza della falda: Hw(m)=	Hw	m	0		4	0.3	0
Larghezza della trincea: B(m)=	B	m	1.2		5		
Mod. elast.iniz.tubo: Eti(N/mmq) (tab. 6)	Eti	N/mmq	26000				
Fattore di riduzione di Eti a lungo termine: (PVC: 2 - HDPE: 2.5)			2		Modulo del terreno Es, co		
Mod. elast.a lungo term: Etv(N/mmq)	Etv	N/mmq	13000		SC	Non utilizzo di m	
Mod. Poison tubo: nt (0.3-0.4)	nt		0.3		CC	Controllo dei me	
Mod. Poison terreno: ns (0-0.3)	ns		0	0	CV	Come sopra ed i	
Incremento dei carichi perman. a lungo term. DI (1.25-2.0)	DI		1.5				
Coeff. molt. di Esc (f. di Spangler: 0.061-0.111): fs	fs		0.061	0.061			
Rigid. anellare tub.: SN(kN/mq) = Eti s^3/Dm^3/(1-nt^2)/12	SN	kN/mq	5.00				
Rigid. anellare tub. Ult.: Snu(kN/mq) = Etv s^3/Dm^3/(1-nt^2)/12	Snu	kN/mq	2.50				
Costipamento terr. riemp. (Proctor %)	Prc		94.05		Tab. 1		
Modulo Elasticità terr. riemp. Es(N/mmq)=	Es	N/mmq	4.17		Tipo terreno		
Peso spec. terr. gt(kN/mc)	gt	kN/mc	18.70		1	B1, B3, D1, D2	
Angolo di attr. terreno di riemp. fhi	fhi	gr	34.00	0.5934	2	B2, B4, C2	
Angolo di attr. pareti fhip	fhip	gr	34.00	0.5934	3	C1	
Coeff. di attrito pareti mu = tg(fhip)	mu		0.67				
Coeff. di sp. attiva k = tg(45-fhi/2)^2	k		0.28		4	A1, A2, A3, B5,	
Coeff. Kk1 = k*tan(fhip)	kk1		0.191		5a	A4, F	
Coeff. di spinta orizz. Kk2 = (0.-0.5) (tab. 2)	kk2		0.000	0	5b	C3, D3, D4, E	
Moltip. di pmed nella f. di Spangler ksp(0-1)	ksp		0	0			
Coeff. di deformaz. (f. di Spangler) Ka = (0.116-0.083) (tab. 5)	ka		0.096				
Coef. di momento Kga = (0.585-0.275) (tab.5)	kga		0.315		Tab. 5		
Cd = (1-exp(-2*kk1*H/B))/2/kk1	cd		0.71		2*alfa	kga	ka
Press. vert. del terr. trincea stretta Prs(kN/mq) = cd*gt*B	Prs	kN/mq	16.02	9.8617	0	0.585	0.116
Press. vert. del terr. trinc. larga Prl(kN/mq) = gt*H	Prl	kN/mq	18.70	11.512	30	0.465	0.113
Carico concentrato di una o una coppia di ruote P (kN)		kN	75.00		60	0.380	0.105
Press. per traff. strad.: Per(kN/mq) =		kN/mq	35.08		90	0.315	0.0965
Press. per carichi di cant.: Pec(kN/mq) = 50/H^2		kN/mq	0.00		120	0.275	0.089
Press. di ricop.: Pep(kN/mq) = gt*Hr*e^(-2*k1*H/B)		kN/mq	0.00		180	0.25	0.083
Press. vert.: Pv(kN/mq) = Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	53.78	33.108			
Press. vert. a lungo term.: Pvu(kN/mq) = DI*Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	63.13	38.864			
Press. orizz.: Po(kN/mq) = pv*kk2		kN/mq	0.00		Tab. 6		E m
Press. idrost.: Pwe(kN/mq)=10*Hw		kN/mq	0.00			(N/mmq)	
Press. media est.: Pme(kN/mq) = Pwe + (Pv + Po)/2 =		kN/mq	26.89		PVC	3000	0.3
Coeff. minor. Es per falda CE = (0.5-1) (tab. 2)			1.00		PE50	200	
Coeff. minor. Es per palancole CEP = (0.2-1) (tab.4)			1.00		PE63	900	0.3-0.4
Coeff. minor. di k2 per palanc. Crk2 = CEP (tab.4)			1.00		PE100	1400	
Modulo Elasticità terr. corretto Esc(N/mmq)=Es*CE*CEP		N/mmq	4.17		FIBR	20000	
Indice di rigid. rel. tub/terr.: st = 1/(1-ns^2)*Esc/8/SN			104.10		PRFV	26000	0.33
Indice di rigid. rel. tub/terr. ult.: stu = 1/(1-ns^2)*Esc/8/Snu			208.20				
no (n>2 -> min(n^2-1+st/(n^2-1))			2	37.70			
Press. crit. collasso: Pcr (kN/mq)=8*(no^2-1+st/(no^2-1))*SN		kN/mq	1508.85	> 2.5*Pme (ok)			
no2 (n>2 -> min(n^2-1+st/(n^2-1))			2	72.40			
Press. crit. Collasso ult: Pcru (kN/mq)=8*(nou^2-1+st/(nou^2-1))*SN/2		kN/mq	1448.81	> 2.5*Pme (ok)			
Ovalizz. verticale a breve termine (3 mesi):					Incidenza delle rigidzze t		
ov1 = pv*(ka-k2/12)/(8*snu+fs*esc/(1-ns^2)-pme/3)			1.76%		13.6%	86.4%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme/pcr)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			1.76%	<=5% (ok)	(SN 2: 5%; SN>		
Ovalizz. verticale a lungo termine:							
ov1 = pvu*(ka-k2/12)/(8*snu+fs*esc/(1-ns^2)-pme*dl/3)			2.21%		7.3%	92.7%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme*dl/pcru)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			2.21%	<=8% (ok)	(SN 2: 8%; SN>		

VERIFICA STATICA TUBAZIONI			Tubo in HDPE		(in rosso si riportano i valo		
Diametro esterno del tubo: De (mm)	De	mm	315				
Def. Iniz. Del tubo: eo (0.6%)	eo		0.0%	0	Tab. 2		
Spessore: s (mm)	s	mm	8.075			Senza com	
Diametro interno: Di (mm)	Di		298.85		Tipo terr	Es	k2
Diametro medio: Dm (mm)	Dm		306.925		1	0.7	0.15
Altezza di copertura: H(m)	H	m	2		2	0.6	0.15
Altezza del rilevato di ricoprimento: Hr(m)	Hr	m	0		3	0.5	0
Altezza della falda: Hw(m)=	Hw	m	0		4	0.3	0
Larghezza della trincea: B(m)=	B	m	0.8		5		
Mod. elast.iniz.tubo: Eti(N/mm ²) (tab. 6)	Eti	N/mm ²	3000				
Fattore di riduzione di Eti a lungo termine: (PVC: 2 - HDPE: 2.5)			2		Modulo del terreno Es, co		
Mod. elast.a lungo term: Etv(N/mm ²)	Etv	N/mm ²	1500		SC	Non utilizzo di m	
Mod. Poison tubo: nt (0.3-0.4)	nt		0.3		CC	Controllo dei me	
Mod. Poison terreno: ns (0-0.3)	ns		0	0	CV	Come sopra ed i	
Incremento dei carichi perman. a lungo term. DI (1.25-2.0)	DI		1.5				
Coeff. molt. di Esc (f. di Spangler: 0.061-0.111): fs	fs		0.061	0.061			
Rigid. anellare tub.: SN(kN/mq) = Eti s ³ /Dm ³ /(1-nt ²)/12	SN	kN/mq	5.00				
Rigid. anellare tub. Ult.: Snu(kN/mq) = Etv s ³ /Dm ³ /(1-nt ²)/12	Snu	kN/mq	2.50				
Costipamento terr. riemp. (Proctor %)	Prc		94.05		Tab. 1		
Modulo Elasticità terr. riemp. Es(N/mm ²)=	Es	N/mm ²	5.00		Tipo terreno		
Peso spec. terr. gt(kN/mc)	gt	kN/mc	18.70		1	B1, B3, D1, D2	
Angolo di attr. terreno di riemp. fhi	fhi	gr	34.00	0.5934	2	B2, B4, C2	
Angolo di attr. pareti fhpi	fhpi	gr	34.00	0.5934	3	C1	
Coeff. di attrito pareti mu = tg(fhpi)	mu		0.67				
Coeff. di sp. attiva k = tg(45-fhi/2) ²	k		0.28		4	A1, A2, A3, B5,	
Coeff. Kk1 = k*tan(fhpi)	kk1		0.191		5a	A4, F	
Coeff. di spinta orizz. Kk2 = (0.-0.5) (tab. 2)	kk2		0.000	0	5b	C3, D3, D4, E	
Moltip. di pmed nella f. di Spangler ksp(0-1)	ksp		0	0			
Coeff. di deformaz. (f. di Spangler) Ka = (0.116-0.083) (tab. 5)	ka		0.096				
Coef. di momento Kga = (0.585-0.275) (tab.5)	kga		0.315		Tab. 5		
Cd = (1-exp(-2*kk1*H/B))/2/kk1	cd		1.61		2*alfa	kga	ka
Press. vert. del terr. trincea stretta Prs(kN/mq) = cd*gt*B	Prs	kN/mq	24.11	7.5939	0	0.585	0.116
Press. vert. del terr. trinc. larga Prl(kN/mq) = gt*H	Prl	kN/mq	37.40	11.781	30	0.465	0.113
Carico concentrato di una o una coppia di ruote P (kN)		kN	75.00		60	0.380	0.105
Press. per traff. strad.: Per(kN/mq) =		kN/mq	13.29		90	0.315	0.0965
Press. per carichi di cant.: Pec(kN/mq) = 50/H ²		kN/mq	0.00		120	0.275	0.089
Press. di ricop.: Pep(kN/mq) = gt*Hr*e ^{-2*kk1*H/B}		kN/mq	0.00		180	0.25	0.083
Press. vert.: Pv(kN/mq) = Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	37.39	11.779			
Press. vert. a lungo term.: Pvu(kN/mq) = DI*Pr+Per+max(Pep+Pec)		kN/mq	49.45	15.576			
Press. orizz.: Po(kN/mq) = pv*kk2		kN/mq	0.00		Tab. 6 E m		
Press. idrost.: Pwe(kN/mq)=10*Hw		kN/mq	0.00		(N/mm ²)		
Press. media est.: Pme(kN/mq) = Pwe + (Pv + Po)/2 =		kN/mq	18.70		PVC	3000	0.3
Coeff. minor. Es per falda CE = (0.5-1) (tab. 2)			1.00		PE50	200	
Coeff. minor. Es per palancole CEP = (0.2-1) (tab.4)			1.00		PE63	900	0.3-0.4
Coeff. minor. di k2 per palanc. Crk2 = CEP (tab.4)			1.00		PE100	1400	
Modulo Elasticità terr. corretto Esc(N/mm ²)=Es*CE*CEP		N/mm ²	5.00		FIBR	20000	
Indice di rigid. rel. tub/terr.: st = 1/(1-ns ²)*Esc/8/SN			124.92		PRFV	26000	0.33
Indice di rigid. rel. tub/terr. ult.: stu = 1/(1-ns ²)*Esc/8/Snu			249.83				
no (n>2 -> min(n ² -1+st/(n ² -1))			2	44.64			
Press. crit. collasso: Pcr (kN/mq)=8*(no ² -1+st/(no ² -1))*SN		kN/mq	1786.61	> 2.5*Pme (ok)			
no2 (n>2 -> min(n ² -1+st/(n ² -1))			3	39.23			
Press. crit. Collasso ult: Pcr (kN/mq)=8*(nou ² -1+st/(nou ² -1))*SN/2		kN/mq	785.05	> 2.5*Pme (ok)			
Ovalizz. verticale a breve termine (3 mesi):					Incidenza delle rigidezze t		
ov1 = pv*(ka-k2/12)/(8*snu+fs*esc/(1-ns ²)-pme/3)			1.04%		11.6%	88.4%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme/pcr)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			1.04%	<=5% (ok)	(SN 2: 5%; SN>		
Ovalizz. verticale a lungo termine:							
ov1 = pvu*(ka-k2/12)/(8*snu+fs*esc/(1-ns ²)-pme*d/3)			1.46%		6.2%	93.8%	0.0%
ov2 = 2*(1/(1-pme*d/pcru)-1)*eo			0.00%				
ov (%) = ov1+ov2 =			1.46%	<=8% (ok)	(SN 2: 8%; SN>		