

**Comune di Palermo**  
**Area Gestione del Territorio**  
**Settore Opere Pubbliche**

**RAZIONALIZZAZIONE DELLE FOGNATURE DELLA  
ZONA COMPRESA TRA LA VIA CASTELLANA E IL  
CANALE PASSO DI RIGANO CON L'ELIMINAZIONE  
DEI RELATIVI SCARICHI FOGNARI NEL CANALE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

All.

**A.3**

**RELAZIONE GEOLOGICA**



VERIFICA

i sensi dell'art.112 D.Leg.vo n.143/2006 e artt.52-53 D.P.R n.207/2010

Prot. 01 del 10/07/2015

IL VERIFICATORE

ING. GAETANO RUSSO



COMUNE DI PALERMO

AREA DELLA RIQUALIFICAZIONE URBANA E DELLE INFRASTR.

STAFF CAPO AREA

VALIDAZIONE

ai sensi dell'art.55 del D.P.R. 207/10 recepito con la L.R.12/11

Prot. n. 05 del 11/08/2015

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ING. MARISA BELLOMCE

**Progettisti**

**Ing. Luigi Bonuso**



**Ing. Marielena Grassadonia**



**Geologo**

**Dr. Oreste Adelfio**



**Collaboratore**  
**Ing. Fabio Marineo**

**Palermo, novembre 2014**



Indice

	pag.
1 - PREMESSA.....	3
2 - SCOPI E FASI DELLO STUDIO.....	5
3 - AMBIENTE FISICO GEOMORFOLOGIA.....	7
4 - IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA.....	9
5 - INTERAZIONI FRA LE STRUTTURE ANTROPICHE E LE FENOMENOLOGIE IDROGEOMORFOLOGICHE: LE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE PRE E POST INTERVENTO.....	11
6 - SONDAGGI GEOGNOSTICI E STRATIGRAFIE.....	16
7 - LITOSTRATIGRAFIA TECNICA – MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO.....	27
8 – GEOMECCANICA DEI TERRENI INTERESSATI DAL TRACCIATO IN PROGETTO	30
9 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA E CATEGORIE DI SUOLO.....	33
10 - CONCLUSIONI.....	36

Figure e grafici

- Corografia e Planimetria delle opere in progetto
- Colonne stratigrafiche
- Riepilogo delle caratteristiche fisiche e meccaniche
- Carta Geolitologica schematica
- stralcio della *Carta delle pericolosità ambientali del territorio comunale di Palermo*
- stralcio della Carta del P.A.I. (*Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione*)
- Carta del reticolo idrografico
- stralcio della *Carta delle idrostrutture della piana di Palermo*
- Carta geologico-tecnica scala 10.000
- Planimetria del manufatto di grigliatura e sfioro di via L. da Vinci
- Sezione Geologico Tecnica del manufatto di grigliatura e sfioro di via L. da Vinci

Allegati

- Relazione sismica, Relazione di cantiere sui sondaggi, Relazione sulle analisi e prove geotecniche di laboratorio, Carta Geologico-tecnica su tav. di progetto A.3.1 scala 1:2.000

## 2 - SCOPI E FASI DELLO STUDIO

Lo studio ha identificato le condizioni fisico - ambientali del settore del bacino idrografico di pertinenza, sotto gli aspetti stratigrafici, geomeccanici, geomorfologici e idrogeologici. Poiché si tratta di un'area di transizione della città di Palermo, fra quella intensamente urbanizzata, ancorché periferica, e quella agricola prossima alle pendici della cintura montuosa, è stato affrontato in particolare il tema della interazione dei fenomeni idro-geomorfologici con le opere antropiche. Infatti gli aspetti del territorio che vengono investiti dalla realizzazione di opere fognarie e di collettamento di acque bianche, sono sia quelli geomeccanici inerenti gli sbancamenti, che quelli idrologici e idrogeologici, relativi al circuito delle acque superficiali, sia del soprasuolo che del sottosuolo.

Pertanto si sono identificate le formazioni geologiche affioranti, lo stato, lo spessore e la tipologia delle coperture, le condizioni idro-geomorfologiche dell'area e le tipologie delle opere di urbanizzazione attualmente esistenti. In tal modo si è inquadrato il circuito delle acque, sia in superficie che in sottosuolo, e le interazioni reciproche fra i corpi idrici naturali, i reflui e le opere esistenti.

Lo studio si è articolato in due fasi distinte ma contestuali. E' stato studiato l'assetto geomorfologico con riferimento particolare al reticolo idrografico ed al regime idrologico superficiale (dilavamenti e scorrimenti superficiali) nonché agli scambi fra corpo idrico di superficie, suolo e sottosuolo. Inoltre si è tracciato il quadro geologico dell'area, al fine di identificare le formazioni affioranti ed il loro assetto relativo, i circuiti idrogeologici e quindi i litotipi che saranno interessati dal tracciato della rete fognaria da realizzare, con particolare riferimento allo stato ed agli spessori delle coperture. Infine sono stati definiti i caratteri geotecnici e geomeccanici dei terreni che saranno interessati dalle opere.

I dati utilizzati dallo studio sono:

- le stratigrafie prodotte dai sondaggi acquisiti nell'area e da quelli eseguiti lungo il tracciato fognario, con le relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;
- la rielaborazione di uno stralcio della *Carta della Pericolosità ambientale del territorio comunale di Palermo* pubblicata dalla Università di Palermo – Dipartimento di Geologia e Geodesia;

- l'analisi dello stralcio della carta del P.A.I. Sez. 594080 (8) Carta della Pericolosità Idraulica;
- la *Carta delle idrostrutture della piana di Palermo* (rielaboraz. da pubblic. della Università di Palermo, dipartimento di Geologia e Geodesia – Mem. Società Geologica Italiana – 2000);
- i rilievi di superficie condotti in sito;
- sondaggi sismici passivi eseguiti in corrispondenza del sito del manufatto di grigliatura e sfioro di via L. da Vinci ed in via Castellana.

### 3 - AMBIENTE FISICO GEOMORFOLOGIA

L'area in studio ricade alla periferia occidentale di Palermo, nel quartiere Passo di Rigano. Morfologicamente si tratta di un settore pedemontano della piana di Palermo, che si ubica ad una distanza fra 500m e 1000 m ad est delle falde del massiccio di M.Cuccio e Cozzo di Lupo, segmento cardine della cintura montuosa, costituita dai litosomi carbonatici che racchiudono la piana. L'area investita dal progetto ricade entro un settore di transizione fra 2 ambienti, differenti come caratteri morfologici e idrologici: quello pedemontano ad ovest, quello di pianura costiera ad est. Nel primo settore, moderatamente acclive, affiorano terreni lapidei permeabili per fessurazione e carsismo, nonché terreni argillitici impermeabili. Nel settore ad est affiorano i terreni calcarenitici quaternari (*panchina*) che ricoprono la piana costiera, alla loro terminazione pedemontana, con spessori di una decina di metri che si azzerano gradualmente verso monte. Essi sono costituiti da una facies compatta a cemento calcareo-siliceo, con intercalazioni sabbiose. È inoltre presente una facies di copertura colluviale nel settore nord-occidentale del tracciato (zona via Leonardo da Vinci – via Castellana) con depositi sabbio ghiaiosi in matrice limosa, livelli torbosi e limi palustri travertinosi a distribuzione circoscritta (vd. cartografie geologiche a fine testo).

Nonostante la morfologia e le pendenze fra i 2 settori siano simili, quello ad ovest risente in vari aspetti della giacitura a ridosso dei rilievi carbonatici. L'area di progetto lambisce il rilievo di Cozzo S. Isidoro e quello morfologicamente modesto della Casa del Sole, ultime propaggini dai tratti scoscesi e brulli dei rilievi montuosi sulla piana di Palermo. Ambedue nascono dalla strutturazione tettonica e idrogeologica fra le falde carbonatiche ed il substrato fliscioide, con passaggi verticali fra le due facies principali e la nascita di una soglia di permeabilità primaria, con creazione di travasi ed emergenze idriche e conseguenti depositi concrezionari (Casa del Sole).

Il gruppo montuoso ad ovest, costituito da un complesso carbonatico in falde tettoniche, è interessato da una importante lineazione strutturale, orientata Est - ovest, che scandisce la sovrapposizione fra Unità stratigrafico - strutturali differenti {U. Cozzo di Lupo - U. Sagana}, determinando anche una importante articolazione morfostrutturale e idrologica che si risente nella fascia pedemontana della pianura.

Infatti in questa zona convergono sia gli assi idrografici superficiali che drenano il massiccio carbonatico, sia gli assi idrostrutturali che costituiscono flussi idrici occulti, più o meno profondi, verso est ed alimentano ricche falde idriche, con notevoli spessori e portate (vd. *Carta delle Idrostrutture della Piana di Palermo* a fine testo).

#### 4 - IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA

La fascia pedemontana è sede di passaggi litologici e formazionali di primaria importanza, che connettono litosomi nettamente differenti anche sotto il profilo idrogeologico. Tale transizione morfologica e idrologica risulta determinante per il regime delle acque superficiali e sotterranee. Infatti fra i complessi carbonatici, che costituiscono dei potenti acquiferi e che alimentano, attraverso le citate idrostrutture, le falde idriche della piana di Palermo, e la piattaforma calcarenitica, che si estende nella piana con spessori molto variabili, si interpongono estesi ed irregolari affioramenti di argille ed argilliti, che assolvono una importante funzione di soglia di permeabilità per gli acquiferi a monte. Questi terreni acquicludei sostengono notevoli coperture alterative o colluviali, a media permeabilità.

Da questo quadro ne deriva un regime di afflussi idrici notevoli da monte verso questi settori della pianura, sia in superficie che in sottosuolo a breve profondità. Le corrivazioni e i dilavamenti affluiscono da monte lungo incisioni acclivi e in seno ai depositi pedemontani (detriti di falda, coltri alterative, colluvioni), fino a pervenire a delle canalizzazioni in terra, realizzate per la salvaguardia idrogeologica della Città negli ultimi secoli. Il principale di tali canali è il Passo di Rigano, che risulta interessato dal progetto in studio.

I flussi idrici occulti interessano le idrostrutture carbonatiche fino a pervenire ai terreni affioranti nelle fasce pedemontane. Attraverso le soglie di permeabilità, imposte dal substrato impermeabile del Flysch Numidico, si realizzano dei travasi negli spessori più superficiali delle coltri detritiche e alterative, fino alle calcareniti affioranti nella piana di Palermo.

I deflussi di superficie lungo gli alvei, seppur con caratteri molto discontinui, si riversano nei canali suddetti, attraverso anche numerosi e piccoli rivoli secondari nella fascia pedemontana. In testata ai canali, ed in particolare al Passo di Rigano, si osservano sorgenti o risorgenze stagionali, corrivazioni e approfondimenti di questi solchi erosivi, ed inoltre piccole colate fangose. Nei canali si raccolgono infatti anche alcune emergenze di falda, che determinano le portate perenni anche con modesti regimi idrici (cfr. *Carta delle Pericolosità ambientali del territorio comunale di Palermo* a fine testo).

Il settore ad est dell'area in studio, che interessa la maggior parte dell'area di progetto, dove affiorano le calcareniti, viene coinvolto solo marginalmente dalle dinamiche idrogeomorfologiche descritte per il settore occidentale pedemontano. Anzitutto risulta urbanizzato e privo di rete idrografica naturale, completamente impermeabilizzato dai manufatti stradali ed abitativi. L'unico sistema di raccolta delle acque è quello fognario, attualmente insufficiente. I deflussi da monte percorrono il canale Luparello, che confluisce nel Passo di Rigano, interferendo a monte con substrati poco permeabili, ed a valle con le calcareniti permeabili. Appena a valle dell'area in studio il canale Passo di Rigano decorre tombato fino allo sbocco al mare.

Tale situazione corrisponde a un deficit delle attuali capacità drenanti del bacino sotteso dall'area urbanizzata oggetto dell'intervento, tant'è vero che gli studi relativi alla elaborazione del Piano stralcio dell'assetto idrogeologico, laddove si occupa della piana di Palermo, identifica proprio nella sezione di sottendimento (sezione di uscita dei deflussi superficiali dall'area di progetto, corrispondente al sottopasso all'incrocio fra il canale Passo di Rigano e la via Castellana) una zona di pericolosità di alluvionamento elevata (vd. stralcio della Carta del P.A.I. Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione).

Il progetto della fognatura e del miglioramento dei deflussi nel canale, costituisce certamente una attenuazione di tale pericolosità, come meglio si specifica nel successivo paragrafo.

## 5 - INTERAZIONI FRA LE STRUTTURE ANTROPICHE E LE FENOMENOLOGIE IDROGEOMORFOLOGICHE: LE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE PRE E POST INTERVENTO

Il progetto prevede la razionalizzazione del sistema di drenaggio urbano dell'ambito cittadino disposto tra la via Castellana ed il canale Passo di Rigano, con l'eliminazione dei relativi scarichi nel canale.

Lo schema idraulico delle opere previste riguarda una nuova rete di fognatura, destinata a drenare acque nere e acque bianche, dimensionata per apporti meteorici con tempo di ritorno di 30 anni.

È previsto che le portate meteoriche, allorché la loro entità è tale da diluire le portate nere oltre il valore 3, vengano scaricate nel canale Passo di Rigano.

L'area in studio è attraversata dal Canale Passo di Rigano che, scorrendo verso nord-est, accoglie i deflussi del versante est di Monte Cuccio, attraverso il canale Luparello e tributari minori. In modo analogo le aree limitrofe a nord vengono drenate dal Canale Celona e Borsellino (vd. *Carta del Reticolo Idrografico dell'area a fine testo*). Pertanto tutta la fascia pedemontana della zona nord-ovest della città di Palermo, in cui si inserisce l'area di progetto, è drenata da tali canali, che solo in parte coincidono con impluvi di origine naturale, creando sostanzialmente una idrografia artificiale. Il canale Passo di Rigano è stato realizzato e dimensionato nel secolo scorso e assume le funzioni di canale di scolo insieme ai suddetti canali suoi tributari, che penetrano nel tessuto cittadino completamente tombati, e che derivano dalle vecchie e storiche canalizzazioni di approvvigionamento idrico e fossati scavati nella calcarenite. Si tratta di funzioni idrogeologiche di primaria importanza, seppur talvolta, in assenza o carenza della rete fognaria delle acque nere, i canali risultano veicoli di inquinamento in falda quando non cementificati. Infatti permettono il controllo degli eccessi idrici provenienti dalla cintura montuosa, in superficie ed in falda, e li trasferiscono verso la costa o verso i paleoalvei originari della Piana. In alcuni punti le fasce spondali sono sede di scarichi incontrollati ed erosioni localizzate.

Nella zona immediatamente a monte dell'area in studio, (area dell'Istituto Zootecnico e dei vivai demaniali), nonostante le intense trasformazioni agricole ed

urbanistiche perimetrali, durante il semestre piovoso si assiste all'emergere di polle sorgentizie e ristagni, ospitate nei suoli vegetali, colluviali ed alterativi (vd. Cartografie tematiche a fine testo). Un affioramento di travertino (*Casa del Sole*), che origina da deposizione chimica da acque sorgentizie e laminazioni paludose, testimonia l'originario insorgere di tali fenomenologie naturali. Inoltre si sono sviluppati impluvi o canalizzazioni in terra brevi e poco accennati. Ancora a monte le sorgenti di Baida testimoniano di una importante soglia idrogeologica, descritta nel paragrafo dedicato alla idrogeologia.

In particolare il tratto a monte della confluenza fra la via Roccazzo e la via Sant'Isidoro è accompagnato da fasce laterali di emergenza di falda idrica superficiale durante i periodi piovosi.

Analogamente nel settore a valle della via Roccazzo e fra questa ed il canale Passo di Rigano, si verificano dei periodici innalzamenti del livello della falda idrica, che satura i banchi calcarenitici (che hanno uno spessore di circa 6 - 10 m su di un substrato impermeabile) e raggiunge la superficie. Si riscontrano altresì tracce di sovralluvionamenti del canale stesso, per piene istantanee e colate di fango e detriti dalle aree a monte. Tutto ciò viene tamponato, secondo il criterio di progetto, da un corretto intervento di collettamento sia delle acque bianche, che regimerebbe una buona parte dei dilavamenti, sia delle acque nere, di cui ne impedirebbe l'infiltrazione in falda.

Il canale Passo di Rigano costituisce un asse di impluvio di origine naturale, che raccoglie sin dalla sua testata, le eccedenze idriche che saturano i suoli colluviali e le coperture alterative delle formazioni argillitiche affioranti a monte. Il suo corso, manipolato in epoca storica e parzialmente rettificato e regimato lungo le sponde, è accompagnato dalla morfologia a lieve ed uniforme pendenza del piano campagna circostante, sulla quale si sono insediate prima le attività agricole e poi le canalizzazioni e la rete stradale.

Pertanto il canale, nel settore a monte in cui è a fondo naturale, funge da asse drenante dei terreni di copertura poco permeabili o impermeabili, periodicamente in saturazione.

Nel settore a valle (via Roccazzo e incrocio con la via Castellana e Leonardo da Vinci) dove le calcareniti e il livello insaturo hanno un maggiore spessore e la falda idrica si approfondisce, il canale scorre sul substrato calcarenitico. Quindi esso, in specie nei tratti a fondo non cementificato, si trasforma da canale drenante ad asse di

infiltrazione verso la falda idrica ospitata dalle calcareniti. Peraltro nei periodi di massima piovosità tale falda si approssima alla superficie e si inverte l'interscambio falda – canale. Pertanto si verifica un alterno scambio fra acque superficiali canalizzate ed acque di falda. A tutto questo si deve aggiungere che le immissioni incontrollate di detriti e il carico torbido di acque non regimate possono provocare intasamenti del canale stesso. La pulizia e manutenzione periodica di esso risulta fondamentale per evitare sia intasamenti e ostacoli al deflusso delle acque, sia infiltrazioni inquinanti in sottosuolo.

Si tratta di fenomeni complessi e articolati nel tempo, con implicazioni sia di carattere geomorfologico che idrogeologico, che hanno una notevole interferenza con le opere di urbanizzazione. Tali considerazioni trovano riscontro con i dati pubblicati dalla Università di Palermo – Dipartimento di Geologia e Geodesia - nella *Carta della Pericolosità ambientale del territorio comunale di Palermo*.

In particolare da tale cartografia sia l'area a monte esterna al tracciato che la zona di valle dello stesso, è da considerarsi "zona umida", a causa del contesto idrogeologico. Si determinano, nelle attuali condizioni, delle aree soggette a colamenti e dilavamenti ed affioramento periodico della falda. A fronte di ciò si registra una carenza o assenza delle opere di scolo, anche in corrispondenza delle opere stradali e di urbanizzazione esistenti (tratto a monte della via Roccazzo e via S. Isidoro).

Infatti nei periodi a maggiore intensità di pioggia sia istantanea che duratura, nelle aree agricole comprese fra l'Istituto zootecnico e il Canale Passo di Rigano si registrano impaludamenti e colamenti di fango.

A valle tende ad emergere la falda idrica, per le sue oscillazioni prossime al piano campagna e per il limitato spessore dell'acquifero calcarenitico (max una decina di metri), sostenuto da un substrato impermeabile. Al contrario nei prevalenti periodi di magra il Canale Passo di Rigano favorisce l'immissione delle fluenze canalizzate in falda, determinando, nei tratti urbanizzati e con fondo naturale, una possibile immissione in sottosuolo dei liquami che vi vengono sversati.

Dai rilievi e dalle informazioni acquisite in sito infatti si è osservato, lungo il tratto scoperto del canale, un costante deflusso idrico e numerose immissioni dalle sponde di collettori di acque sia pluviali che fognarie. Infatti la rete fognaria attuale risulta carente per lo smaltimento di ambedue le reti e frequentemente si verificano rotture. Ciò, unitamente agli innalzamenti periodici ed alla modesta soggiacenza

della superficie piezometrica (di cui si è già detto); è causa di collassi della sede stradale e di immissioni direttamente in falda di reflui fognari grezzi. La zona è sede inoltre delle officine di manutenzione e rimessa degli automezzi di trasporto urbano (A.M.A.T.). Trattasi di un impianto di notevole dimensione e pericolosità ambientale sia per gli scarichi in fognatura che per gli sversamenti nei piazzali, che anche accidentalmente possano sfuggire ai trattamenti disoleanti.

Si verificano inoltre fenomeni di degrado geomorfologico, per gli stessi motivi anzidetti, inerenti il carente deflusso delle acque meteoriche. Essi consistono in erosioni di sponde e colate di fango dalle campagne, apporti detritici lungo le aree urbanizzate, ed a valle rotte arginali in canale, seppur molto episodiche e localizzate. Gli apporti incontrollati delle acque di scolo infatti sono vettori di detriti.

Nei monitoraggi delle acque del sottosuolo, cui si è fatto riferimento nel già citato lavoro pubblicato sulla *pericolosità ambientale del territorio comunale di Palermo*, si individuano delle anomalie nella distribuzione degli elementi indicatori di inquinamento in falda, anomalie (incrementi nelle concentrazione di nitrati) non riconducibili in alcun modo all'idrochimica sotterranea naturale. Tali anomalie coincidono con le zone cittadine, specialmente periferiche, non fornite di adeguata rete fognaria, come quella in oggetto. Ciò accerta una diretta e ravvicinata correlazione fra la non corretta canalizzazione dei reflui e lo stato della falda idrica sotterranea della piana di Palermo.

Pertanto ai fattori di vulnerabilità ambientale (esposizione delle falde idriche nel sottosuolo cittadino dovuta alla scarsa soggiacenza degli acquiferi) ed a quelli di pericolosità (probabilità nel tempo del verificarsi di eventi calamitosi in un determinato ambito territoriale) idrogeomorfologica, non corrispondono attualmente adeguate opere di urbanizzazione. Insorge pertanto, in assenza delle opere in progetto, un bilancio negativo del rischio ambientale sia a carico delle strutture antropiche stesse e della comunità civile (igiene e salvaguardia del patrimonio), sia a carico delle risorse naturali (qualità delle acque sotterranee e conservazione del suolo).

In questa situazione la razionalizzazione del sistema fognario in progetto costituisce un intervento correttivo, che attenua il rischio ambientale. Esso consisterà:

- nella prioritaria settorializzazione delle acque reflue sia bianche che nere,

- nella eliminazione degli scarichi di acque nere nel canale,
- nel corretto dimensionamento delle condotte e delle caditoie,
- nella grigliatura dei detriti,
- nel confluire degli apporti pluviali di piena nel naturale recapito, costituito nella zona di intervento dal Canale Passo di Rigano; infatti le acque pluviali da raccogliere sono quelle del proprio naturale bacino idrografico.

In particolare verrà garantito con le opere in progetto, sia il corretto dimensionamento delle opere di convogliamento e scarico da realizzare, sia la grigliatura e sedimentazione dei detriti trasportati, al fine di impedirne l'afflusso all'interno del canale e garantirne la piena funzionalità ed il libero deflusso.

Infine la realizzazione dei collettori fognari correttamente dimensionati per le acque nere, impedirà la loro immissione in falda, attraverso il canale Passo di Rigano o le rotture di collettori per insufficiente sezione di deflusso. Attualmente frequenti rotture o perdite di una rete fognaria inadeguata costituiscono occasioni di inquinamento in falda (essendo questa molto vulnerabile per la scarsa soggiacenza dal piano campagna). Tali condizioni di degrado saranno eliminate con l'ammodernamento della stessa rete ed il convogliamento dei reflui verso i collettori principali cittadini e verso il depuratore.

- n°3 sondaggi geofisici, per l'accertamento del Vs30 mediante prova sismica passiva, per la valutazione della risposta sismica di sito con l'acquisizione del rumore sismico e la determinazione della categoria di suolo di fondazione dei manufatti costruttivi, come definito nella tabella 3.2.II e 3.2.III del D.M. 14/01/2008;
  
- n° 4 sondaggi meccanici diretti a carotaggio continuo, con prelievo di campioni e prove geomeccaniche di laboratorio.

I sondaggi sismici sono stati eseguiti sia prima che dopo quelli a carotaggio. Per i dettagli si rimanda al rapporto tecnico specifico. I dati degli esiti finali sono stati elaborati dallo scrivente e riportati nella relazione geologica per il progetto definitivo.

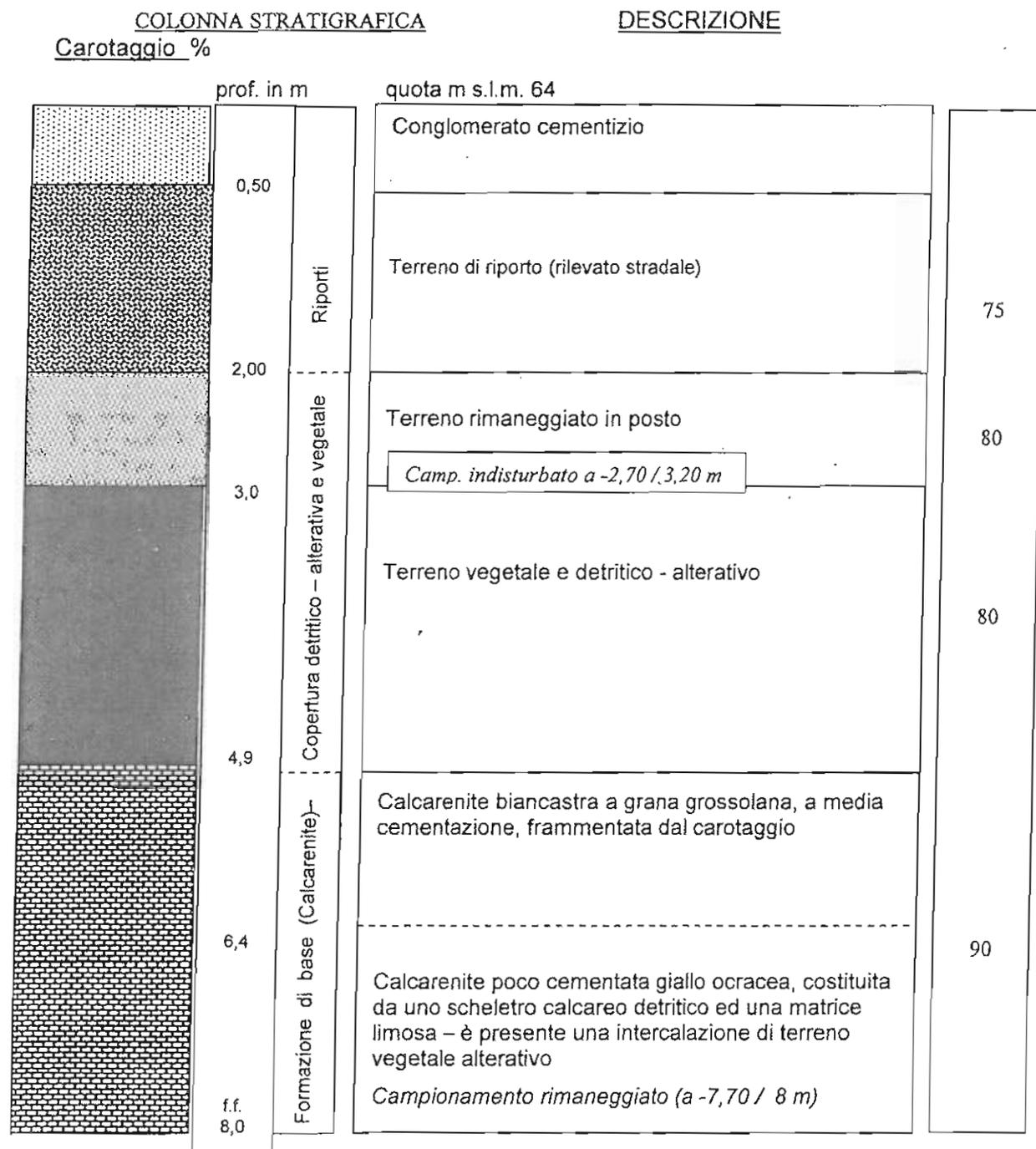
I sondaggi meccanici sono stati affidati alla Globalgeo Srl Via Maria degli Angeli 22, 90020 Montemaggiore Belsito (PA), che si è aggiudicata l'appalto relativo. La Globalgeo, eseguite nel Settembre 2010 le operazioni di carotaggio e campionamento sotto la direzione tecnica dello scrivente, ha conferito i campioni da analizzare al laboratorio Geocima di Palermo, dove sono state eseguite le prove geomeccaniche. Per i particolari si rimanda ai rapporti prodotti da ciascuna ditta ed ai dati finali, elaborati e riportati nella presente relazione geologica per il progetto definitivo.

**COMUNE di PALERMO**

Sondaggio Geognostico (A) in fase di progettazione dei lavori di "Razionalizzazione delle fognature della zona compresa tra la via Castellana e il canale Passo di Rigano con l'eliminazione dei relativi scarichi fognari"



13 Settembre 2010



sito - via Leonardo da Vinci lato nord, senza numero civico, di fronte stazione carburante IP fra i civici 392 e 394, sul marciapiede rasente la recinzione in lamiera esistente

**COMUNE di PALERMO**

Sondaggio Geognostico (B) in fase di progettazione dei lavori di "Razionalizzazione delle fognature della zona compresa tra la via Castellana e il canale Passo di Rigano con l'eliminazione dei relativi scarichi fognari"



14 Settembre 2010

COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE	
Carotaggio %	prof. in m		
			quota m s.l.m. 70,4
			Conglomerato cementizio
	0,50	Copertura alterativa	Limi ed argille marnose giallo ocracee, alterate, da poco compatte a disgregate <i>Campione rimaneggiato a -1,70 / 2 m</i>
			95
	3,5	Formazione di base Flysch Numidico	Limi ed argille marnose poco alterate colore beige, disgregate nella parte alta, parzialmente plasticizzate
			95
	5,1		Marne e calcilutiti grigio acciaio con patine biancastre, compatte e consistenti, sovraconsolidate; i livelli calcilutitici sono ben cementati, con spessori centimetrici, frantumati <i>Campionamento rimaneggiato (a -5,20 / 5,50 m)</i>
	f.f. 8,0		90

sito - via Castellana in corrispondenza del civico 16, sul marciapiede

**COMUNE di PALERMO**

Sondaggio Geognostico (C) in fase di progettazione dei lavori di "Razionalizzazione delle fognature della zona compresa tra la via Castellana e il canale Passo di Rigano con l'eliminazione dei relativi scarichi fognari"



14 Settembre 2010

COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE	
Carotaggio %			
prof. in m		quota m s.l.m. 77,5	
		Terreno di riporto	75
2,2	Copertura alterativa e riporti	Campione rimaneggiato a -2,40 / 2,7 m Limi ed argille marnose con microbreccie detritiche ( $\Phi < \text{cm}$ ), molto alterate e rimaneggiate, colore giallo-beige, plasticizzate	
3,3	Formazione di base Flysch Numidico	Campionamento indisturbato a -3,50 / 4 m  Marne grigio verdastre, compatte e consistenti, asciutte, omogenee ed amorfe, senza inclusi o intercalazioni	100
6,4		Marne grigio azzurre come sopra, leggermente plasticizzate dalle operazioni di carotaggio	100
f.f. 8,0			

sito - via Petrulla, in corrispondenza del civico 17, bordo strada senza marciapiede

**COMUNE di PALERMO**

Sondaggio Geognostico (D) in fase di progettazione dei lavori di "Razionalizzazione delle fognature della zona compresa tra la via Castellana e il canale Passo di Rigano con l'eliminazione dei relativi scarichi fognari"



13 Settembre 2010

COLONNA STRATIGRAFICA  
Carotaggio %

DESCRIZIONE

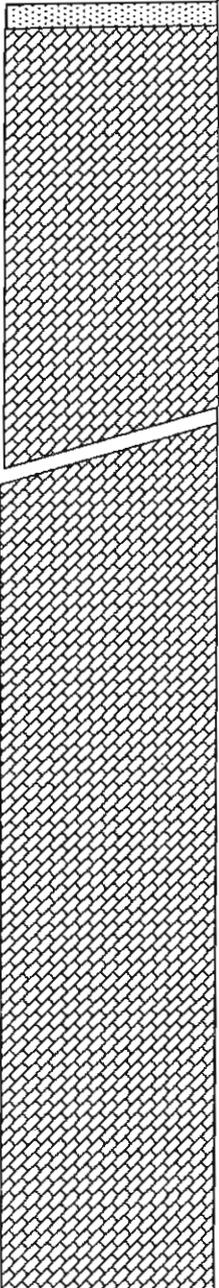
prof. in m		quota m s.l.m. 108,5		
	1,0	Copertura alterativa e riporti	Conglomerato bituminoso e terreno di riporto	
	2,3		<i>Campione rimaneggiato a -1,20 / 1,5 m</i> Terreno di copertura alterato e rimaneggiato	
	f.f. 8,0	Formazione di base Flysch Numidico	<i>Campionamento rimaneggiato a -4 / 4,40 m</i>  Marne beige, compatte e consistenti, asciutte, omogenee ed amorfe, senza inclusi o intercalazioni	100

sito - via alla Falconara senza numero civico, a circa 150 m dall'incrocio con la via S. Isidoro, davanti il cancello del padiglione in disuso della "Casa del Sole", bordo strada lato monte, senza marciapiede

COMUNE di PALERMO zona Luparello - Baida

Sondaggio acquisito 1612



COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE	Carotaggio
<p style="text-align: right;">Prof. in m</p>  <p style="text-align: center; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">FORMAZIONE DI BASE</p>	<p>quota m s.l.m. 103,5</p> <p>Coltre alterativa – colamenti dai terreni marnosi contigui</p> <p style="text-align: center;">Dolomie fratturate</p>	<p>Continuo</p>

**COMUNE di PALERMO**



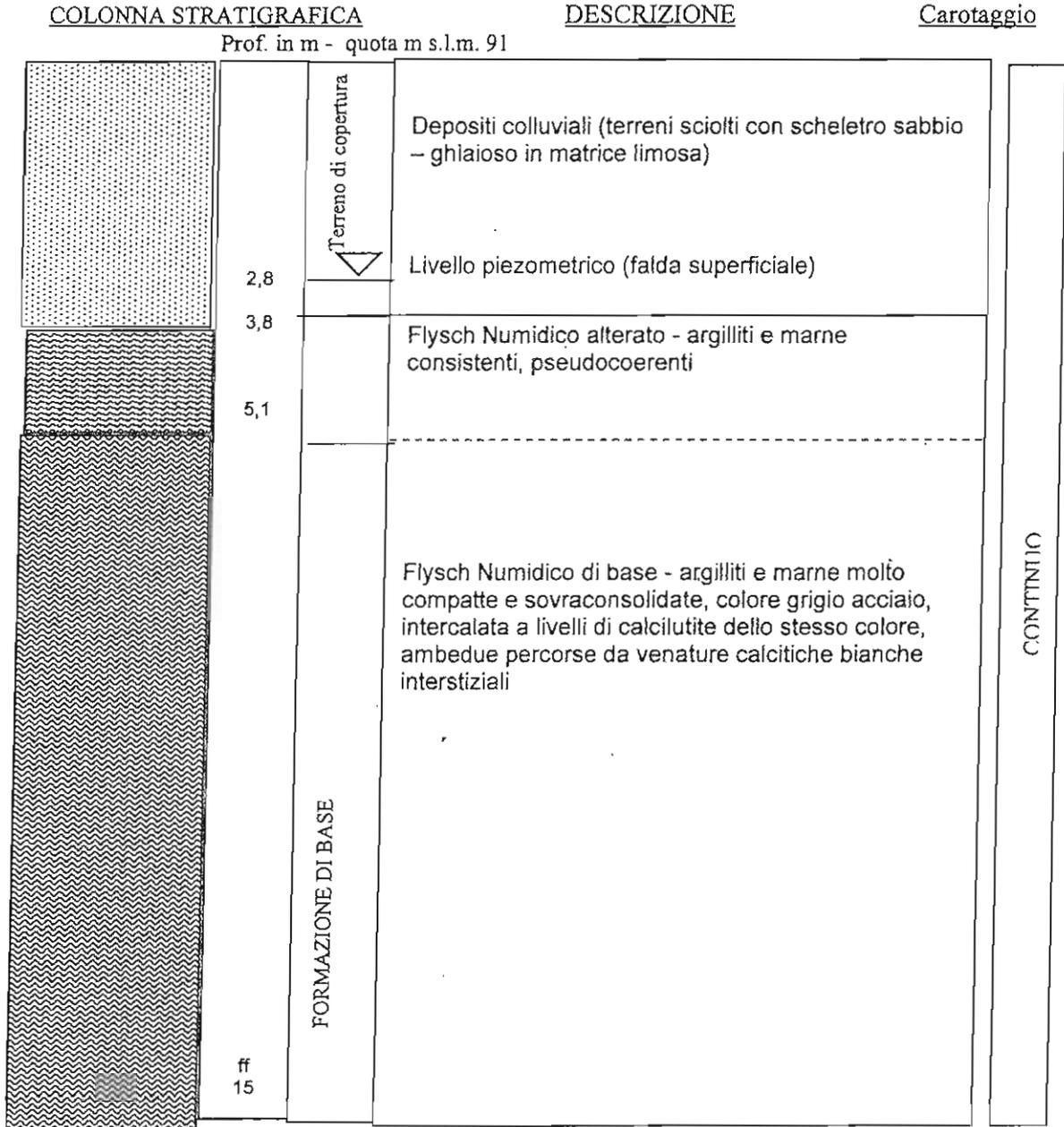
Sondaggio acquisito 1615 Via Roccazzo – Deposito AMAT

COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE	Carotaggio
	<p>prof. in m - quota m s.l.m. 88</p> <p>2,0</p> <p>4,0</p> <p>6,0</p> <p>Piattaforma quaternaria</p> <p>10</p> <p>Fm. di base</p> <p>ff 12,0</p>	<p>Calcareniti in strati e banchi a cementazione nodulare, ossia con zone a cementazione varia, da forte a media e bassa, pertanto si distinguono intercalazioni sabbiose, ossia senza cementazione; tali variabilità sono del tutto irregolari</p> <p>Continuo</p> <p>Argilliti e marne del Flysch Numidico</p>

**COMUNE di PALERMO**



Sondaggio acquisito n° 1729 Viale Michelangelo – Leonardo da Vinci



**COMUNE di PALERMO**

Sondaggio acquisito L4 n° 0860 - viale Leonardo da Vinci



COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE	Carotaggio
	<p>prof. in m - quota m s.l.m. 82</p> <p>0,70</p> <p>ff 15.0</p> <p>Formazione di base</p>	<p>Terreno vegetale povero di sostanza organica rosso bruno, misto a <u>Colluvioni</u>, costituite da detrito clastico di natura calcarea in breccie centimetriche</p> <p>Flysch Numidico alterato (argilliti e marne consistenti, pseudocoerenti)</p> <p>Marne argillose fortemente alterate giallastre con patine biancastre da percolazioni calcitiche passanti verso il basso a marne grigio acciaio con livelli di calcarenite nerastra</p> <p>Flysch Numidico compatto (argilliti e marne molto compatte e sovraconsolidate) colore grigio acciaio, intercalata a livelli di calcilutite dello stesso colore, ambedue percorse da venature calcitiche bianche interstiziali</p>
		<p>CONTINUO</p>

**COMUNE di PALERMO**



Sondaggio acquisito L3 - n° 0448 – via Casalini – Leonardo da Vinci

<u>COLONNA STRATIGRAFICA</u>		<u>DESCRIZIONE</u>	<u>Carotaggio</u>
prof. in m - quota m s.l.m. 66			
	0,40	Materiali di riporto	CONTINUO
	4,0	Calcareniti con intercalazioni sabbiose	
	6,3	Depositi colluviali	
	9,2	Calcareniti con intercalazioni sabbiose	
10,5	Flysch Numidico alterato argilliti e marne consistenti, pseudocoerenti passanti a		
		Flysch Numidico compatto (argilliti e marne molto compatte e sovraconsolidate) colore grigio acciaio, intercalata a livelli di calcilutite dello stesso colore, ambedue percorse da venature calcifiche bianche interstiziali	
	ff 20,0		

## 7 - LITOSTRATIGRAFIA TECNICA – MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO

I terreni affioranti nell'area afferiscono (vd. Cartografia a fine testo), nel settore a monte e ad ovest dell'area di progetto, ad una formazione calcarea del basamento mesozoico passante verso est, con un contatto tettonico, ad un substrato di età inframiocenica ad argilliti e marne. Nel settore a valle tali substrati, non affioranti, sono ricoperti da calcareniti pleistoceniche e lembi di coperture dell'Olocene più o meno estesi, costituite da colluvioni.

- o Il basamento carbonatico (Unità Stratigrafico Strutturale del bacino Imerese) di età mesozoica non affiora lungo il tracciato di progetto ma interessa marginalmente un breve tratto di progetto a sud-ovest della "Casa del Sole". Ciò emerge solo dalla stratigrafia fornita dalla Amm.ne per il S1 ((n° id. 1612). Esso è probabilmente legato a strutture tettoniche, testimoniate dal travertino di "Casa del Sole", che duplicano il contatto-confine idrogeologico (idrostrutture) fra calcare e argilliti del Flysch Numidico, affiorante a monte in corrispondenza delle discontinuità topografiche e geomorfologiche. Il litotipo è costituito da calcari dolomitici e dolomie, brecce dolomitiche, doloruditi e doloareniti con spessori di circa 200 m. Nelle aree affioranti a monte si presenta estesamente compatto con, a tratti larghi qualche decina di metri, una facies tettonizzata, con le dolomie fratturate e cataclasizzate. Ciò ha una notevole influenza sia sul comportamento idrogeologico del complesso, sia, sotto l'aspetto geomeccanico e geotecnico, sulle porzioni attraversate dalle opere in progetto. Infatti tali fasce cataclasizzate sono notevolmente permeabili e facilmente aggredibili con mezzi meccanici. Il loro andamento nello spazio è irregolare e non delineabile con precisione dal rilievo e da carotaggi. Per la restante parte la formazione integra assume le caratteristiche geomeccaniche di un litosoma lapideo ad elevata resistenza meccanica.
- o I terreni del substrato inframiocenico ad argilliti e marne sono costituiti da una sequenza, potente diverse decine di metri, ad argilliti ed argille marnose e siltose sovraconsolidate, siltiti e quarzosiltiti con intercalazioni o corpi lentiformi a quarzareniti in banchi o strati di qualche metro e calcareniti compatte e tenaci in livelli di qualche decimetro di spessore. Si tratta di una formazione impermeabile nella facies inalterata, molto compatta e sovraconsolidata, tale da assumere le

caratteristiche geomeccaniche di una roccia lapidea. Nelle cospicue coltri di alterazione, anch'esse compatte e consistenti ma con un minor grado di sovraconsolidazione, si riscontrano distribuzioni irregolari di porzioni sabbio – siltose e marnose attraversate da una rete fratturativa permeata da calcite spatica. Ha consistenza pseudocoerente, in funzione cioè del grado di imbibizione. Si presenta come una compagine indifferenziata, molto consistente. Non ha alcuna funzione di acquifero ma di acquiclude e presenta resistenza all'abbattimento molto variabile, riconducibile a quello di una roccia lapidea da tenace a tenera, raramente palabile a guisa di terreno incoerente.

Il contatto spaziale fra le due formazioni descritte ed affioranti nel settore di progetto più a monte (ovest) è di natura tettonica e implica una soglia di permeabilità di importanza primaria, per l'emergenza di falde idriche profonde. Tali emergenze in zona si riscontrano nel sobborgo di Baida e causano travasi occulti con risorgenze nella piana agricola dell'Istituto Zootecnico. Ciò ha evidenti ricadute nei regimi di deflusso a valle.

- o Nel tratto di progetto a valle (ad est di "Casa del Sole") affiora la copertura calcarenitica quaternaria, riconducibile ai depositi stratigraficamente superiori della sequenza della Piana di Palermo. Si tratta di calcareniti e calciruditi gialle biogeniche, variamente cementate, con intercalazioni a sabbie, sabbie argillose e siltose. Il grado di cementazione, da nullo a molto intenso, è distribuito a zone, cosicché la formazione è definita "nodulare". La cementazione risente delle variazioni dei liquidi circolanti in fase diagenetica, e si riscontrano banchi ben cementati con cemento carbonatico o siliceo. Lo spessore nella zona è di una decina di metri, ma tende a 0 verso monte, dove affiora il passaggio ai substrati. È sede di acquifero con ampie oscillazioni stagionali, a causa del modesto spessore, della soggiacenza di un substrato impermeabile e dei cospicui apporti idrici di alimentazione da monte.
- o Le coperture alterative più recenti sono di genesi diversa e derivano dalla formazione pelitica oligo - miocenica (6-8 m) e da estese coltri colluviali eterogenee. I confini fra di loro sono poco determinabili ma assumono analogie sia come comportamento geomeccanico che idrogeologico. Le colluvioni sono costituite da uno scheletro grossolano di natura prevalentemente calcarea e silicea. Sono miste ad una matrice limosa e sabbiosa, spesso torbosa.

Contengono formazioni circoscritte di limi di lagunaggio e travertinosi. Le colluvioni raggiungono spessori di 20 - 30 m.

Nell'area in studio i terreni affioranti, costituiti da coperture recenti, nascondono la presenza delle strutture tettoniche che interessano il basamento, a causa della età di disattivazione, più antica della messa in posto delle coperture. Tali strutture tettoniche sono evidenti nelle aree a monte della piana di Palermo, dove affiora il basamento meso-cenozoico, rivestendo un ruolo idrogeologico di primaria importanza sia per le acque in superficie che in sottosuolo. Esse infatti sono all'origine degli afflussi idrici occulti verso i terreni della piana, lungo delle direttrici fratturative e dislocative (soglie di permeabilità, allineamenti sorgentizi, geometrie e spessori delle coperture plio-pleistoceniche), particolarmente evidenti a monte della zona in studio (Falconara – Baida).

## 8 – GEOMECCANICA DEI TERRENI INTERESSATI DAL TRACCIATO

Il tracciato fognario ed i manufatti di sfioro in progetto interessano i terreni già descritti e che vengono cartografati nella CARTA GEOLOGICO TECNICA in calce alla presente relazione in forma schematica, nonché nello specifico elaborato di progetto (Tav. A.3.1 in scala 1:2.000). Nell'ambito di 3 - 4 metri dal piano campagna saranno coinvolti dalle opere in progetto sia le coperture detritico - colluviali ed alterative (argilliti alterate) sia tutte le formazioni geologiche del substrato descritte. Le relative proporzioni e distribuzione di affioramento nell'ambito progettuale, nonché i valori dei parametri geomeccanici, sono oggetto del presente capitolo. Essi sono rielaborati dalle risultanze delle indagini geognostiche e dalle prove di laboratorio eseguite.

- Nel segmento prospiciente la "Casa del Sole" il tracciato lambisce il substrato calcareo dolomitico subaffiorante. Si tratta di roccia lapidea parzialmente fratturata, per la quale, ai fini della stima delle caratteristiche geomeccaniche, si considera la resistenza all'abbattimento in condizioni integre. Infatti le caratteristiche meccaniche variano secondo valori radicalmente differenti in funzione delle modalità fratturative, fino all'estremo di roccia incoerente quando la rete fratturativa investe la roccia integralmente e minutamente, con un denso reticolo di discontinuità che isolano singoli elementi centimetrici, a guisa di una breccia sciolta. Inoltre il processo di dolomitizzazione, che avviene in ambiente diagenetico, alle estreme conseguenze rende l'ammasso roccioso come un vetro, con produzione, sotto stress meccanico ed alterativo, di limo bianco che riempie i meati ma non costituisce elemento di coesione.

È preferibile, in caso di sbancamenti, prevedere il comportamento del calcare dolomitico nelle sue forme cementate e compatte, con range di resistenza allo schiacciamento compreso fra 75 e 110 N/mm<sup>2</sup>. Inoltre è opportuno prevedere per la stabilità del taglio in roccia dolomitica e detriti derivati, un angolo di attrito  $\varphi$  di 40° ed una coesione pari a 0.

- Nei segmenti compresi fra via Roccazzo, il canale Passo di Rigano, e nei tratti di valle delle vie Castellana e Leonardo da Vinci, l'affioramento geologico è costituito dalle calcareniti. Queste possono esse ascritte alla categoria delle rocce lapidee, con esclusione di sottili intercalazioni sabbiose, in considerazione della elevata

cementazione dei granuli, che contraddistingue la facies riscontrata nella zona in studio. Si tratta di un tufo poroso e compatto, spesso a cemento siliceo. Il range di resistenza allo schiacciamento per la frazione cementata inalterata in affioramento è compreso fra 10 e 20 N/mm<sup>2</sup>. Tale valore interessa almeno il 75% dello spessore di scavo.

Sono presenti altresì livelli intercalati sciolti (sabbie) o, all'opposto, porzioni molto ben cementate a noduli, la cui trama inglobante risulta scarsamente cementata per la presenza di una matrice siltosa e limosa. Il corrispondente range di resistenza allo schiacciamento è compreso fra 4 e 10 N/mm<sup>2</sup>.

Per la esecuzione degli scavi la formazione calcarenitica dovrà essere considerata a guisa di roccia lapidea, con i valori di resistenza allo schiacciamento maggiori sopra riportati per un 75% dello spessore di affioramento interessato, e di quelli minori per il restante 25%. La irregolarità della cementazione impedisce qualsiasi previsione di maggiore dettaglio, fino alla diretta esecuzione dello scavo. Non sono attendibili correlazioni interpretative fra i sondaggi.

- I segmenti del tracciato in progetto interposti fra gli affioramenti calcareo dolomitici e quelli calcarenitici in prossimità di Casa del Sole e fra questi e le colluvioni, sono interessati dall'affioramento della formazione oligomiocenica a prevalente componente argillitico – marnosa. Ai fini del comportamento geomeccanico ha consistenza pseudocoerente, in funzione cioè del grado di imbibizione, e la resistenza all'abbattimento molto variabile, riconducibile a quello di una roccia lapidea da tenace a tenera, raramente palabile a guisa di terreno incoerente. I valori di resistenza all'abbattimento (schiacciamento) sono assimilabili entro lo stesso range di variabilità di quello riportato per la formazione calcarenitica.
- La formazione affiorante nei segmenti di monte di via Castellana e Leonardo da Vinci, è costituita dalle colluvioni, ossia da coperture recenti. La consistenza meccanica è da riferire a quella di rocce incoerenti o poco coesive, palabili senza l'uso di martelli demolitori. Di contro hanno una minore resistenza al taglio ed alla stabilità delle pareti di scavo. Sono riscontrabili blocchi lapidei trovanti.

Da un punto di vista idraulico nessuno dei terreni, che saranno attraversati dal tracciato di progetto, presenta caratteri di impermeabilità. Inoltre per la particolare giacitura e posizione descritta nell'ambito del bacino idrogeologico, sia le calcareniti che le colluvioni accolgono falde idriche superficiali alimentate da acquiferi a monte.

Pertanto risentono di oscillazioni temporanee, presentandosi saturi per le condizioni di falda subaffiorante o interessati dalla risalita della frangia capillare.

Dalle considerazioni sin qui esposte si evince che, nell'affrontare lavori di scavo, si terrà conto della presenza di orizzonti plastici o sciolti, seppur in condizioni geomorfologiche pianeggianti ed intensamente urbanizzate. Pertanto, pur non riscontrandosi potenziali dissesti in superficie, i fronti di scavo poco si adattano al taglio verticale e richiedono tecniche provvisoriale di salvaguardia in corso d'opera, consistenti in contenimenti provvisori e drenaggi per circa il 60% dello sviluppo del tracciato.

Per quanto concerne la caratterizzazione geomeccanica ai fini della calcolazione geotecnica dei manufatti, basata sulla rielaborazione dei dati di laboratorio sui campioni carotati e in fustella, la seguente tabella espone i valori corrispondenti agli orizzonti che saranno effettivamente intercettati, ripartiti per formazione geologica, facendo riferimento, per la loro distribuzione spaziale lungo il tracciato di progetto, alla Carta Geologico – tecnica a fine testo ed all'elaborato progettuale Tav. A.3.1 in scala 1:2.000.

parametri	colluvioni	calcareniti	marne
$C'$ kNm <sup>2</sup>	19	19	11
$\gamma$ kNm <sup>3</sup>	20	19	19
$\phi'$	26°	26°	23°

## 9 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA E CATEGORIE DI SUOLO

Tenendo conto della rilevanza dimensionale e tipologica delle opere fondazionali di progetto, si espone la caratterizzazione dei terreni in base alla classificazione tecnica contemplata nel D.M. 14/09/2005 (*categorie di suolo di fondazione ai fini del calcolo della azione sismica*), come modificata dalle N.T.C. del 14-01-2008, I dati sono stati ricavati dalle indagini di sismica passiva a risonanza, eseguite ad hoc, ed in conformità alle stratigrafie identificate lungo il tracciato di progetto dalla campagna geognostica, dai sondaggi sismici e dalle analisi geotecniche di laboratorio (vd. Relazione e Tabulati a fine testo). Le litologie considerate si riferiscono a quelle cartografate, in relazione ai vari segmenti di tracciato, nella CARTA GEOLOGICO-TECNICA, a fine testo e nella relativa tavola di progetto A.3.1. In particolare si fa riferimento alla Sezione stratigrafica redatta che riguarda il sito, dove sarà eseguita l'unico manufatto di una certa rilevanza (paratia a protezione dell'opera di sfioro sul canale Passo di Rigano in corrispondenza di via L. da Vinci).

I terreni oggetti del nostro studio nell'intera area di progetto, sono costituiti da:

- a. Il basamento calcareo dolomitico mesozoico interessa marginalmente un breve tratto di progetto a sud della "Casa del Sole". Il litotipo non affiora lungo il tracciato di progetto ma è stato carotato dai sondaggi forniti dall'Amm.ne. Il litotipo è costituito da calcari dolomitici e dolomie, breccie dolomitiche, doloruditi e doloareniti con spessori di circa 200 m. Nelle aree affioranti a monte, si presenta estesamente compatto con tratti, larghi qualche decina di metri, una facies tettonizzata, con le dolomie fratturate e cataclasizzate. Ciò ha una notevole influenza sotto l'aspetto geomeccanico e geotecnico, sulle porzioni attraversate dalle opere in progetto. Infatti tali fasce cataclasizzate sono notevolmente permeabili e facilmente aggredibili con mezzi meccanici. Il loro andamento nello spazio è irregolare e non delineabile con precisione dal rilievo e da carotaggi. Per la restante parte la formazione integra assume le caratteristiche geomeccaniche di un litosoma lapideo (resistenza allo schiacciamento dei campioni integri compresa fra 75 e 110 N/mm<sup>2</sup>). Categ. **A**
- b. I terreni del substrato inframiocenico ad argilliti e marne sono costituiti da una sequenza, potente diverse decine di metri, ad argilliti ed argille marnose e siltose sovraconsolidate, siltiti e quarzosiltiti con intercalazioni di sottili livelli

calcarenitici e calcilititici grigi e corpi lentiformi a quarzareniti in banchi o strati di qualche metro. Si tratta di una formazione impermeabile nella facies inalterata, molto compatta e sovraconsolidata, tale da assumere le caratteristiche geomeccaniche di una roccia lapidea. Nelle cospicue coltri di rimaneggiamento, anch'esse compatte e consistenti ma con un minor grado di sovraconsolidazione, si riscontrano distribuzioni irregolari di porzioni sabbio – siltose e marnose attraversate da una rete fratturativa permeata da calcite spatica. Ha consistenza pseudocoerente, in funzione cioè del grado di imbibizione. Si presenta come una compagine indifferenziata, molto consistente. Non ha alcuna funzione di acquifero e presenta resistenza all'abbattimento molto variabile, riconducibile a quello di una roccia lapidea da tenace a tenera, raramente palabile a guisa di terreno incoerente. Tale formazione è interessata come sede di alcuni manufatti di sfioro e grigliatura, pertanto è stata eseguita la determinazione sismica, acquisendo in sito il  $V_{s30} - (317 \text{ m}_{\text{sec}})$  attribuendone la *Categoria C*

c. Nel tratto di progetto a valle (ad ovest di "Casa del Sole") affiora la copertura calcarenitica quaternaria, riconducibile ai depositi stratigraficamente superiori della sequenza della Piana di Palermo. Si tratta di calcareniti e calciruditi gialle biogeniche, variamente cementate, con intercalazioni a sabbie, sabbie argillose e siltose. La cementazione risente delle variazioni dei liquidi circolanti in fase diagenetica e si riscontrano banchi ben cementati con cemento siliceo. Lo spessore nella zona è di una decina di metri, ma tende a 0 verso monte, dove affiora il passaggio ai substrati. È sede di acquifero con ampie oscillazioni stagionali, a causa del modesto spessore, della soggiacenza di un substrato impermeabile e dei cospicui apporti idrici di alimentazione da monte.. Tale formazione è interessata come sede del manufatto di sfioro e grigliatura di via L. da Vinci, pertanto è stata eseguita la determinazione sismica, acquisendo in sito il  $V_{s30} - (437+439 \text{ m}_{\text{sec}})$  attribuendone la *Categoria B*

d. Le coperture alterative più recenti sono di genesi diversa e derivano dalla formazione pelitica oligo - miocenica (6-8 m) e coltri colluviali eterogenee. I confini fra di loro sono poco determinabili ma assumono analogie sia come comportamento geomeccanico che idrogeologico. Le colluvioni sono costituite da uno scheletro grossolano (sabbio-ghiaioso) di natura prevalentemente calcarea e silicea. Sono miste ad una matrice limosa e sabbiosa, spesso torbosa. *Categ. C*

Dai dati stratigrafici e geognostici ottenuti, si riportano i risultati nella seguente tabella, necessari per definire l'azione sismica di progetto. Si evidenzia comunque che i manufatti in c.a. che impegnano il terreno e le proprie caratteristiche geomeccaniche, consistono in una paratia di pali a salvaguardia dell'opera di sfioro sul canale Passo di Rigano in via Leonardo da Vinci. Ai fini cautelativi di sicurezza, si associano a tali terreni nel complesso, le caratteristiche geomeccaniche meno consistenti.

Terreni	spessori massimi della formazione (m)	Velocità intervallare onde S (m/s)	CATEGORIA (DM 14/01/2008 tab. 3.2.II - IV)	
			di sottosuolo	topografica
a) Calcari	>200 m	> 800 m/sec	A	T1
b) Argilliti sovraconsolidate	>100	317	C	T1
c) Calcareniti quaternarie sabbiose	4 ÷6	439	B	T1
d) Colluvioni	2	-	C	T1

## 10 - CONCLUSIONI

La presente relazione ha riguardato lo studio geologico tecnico, sismico, ambientale, idrologico e idrogeologico di supporto al progetto delle opere di razionalizzazione della rete fognaria della zona urbana e pedemontana di Palermo, compresa fra il canale Passo di Rigano e la via Castellana, fino all'incrocio con la via L. Da Vinci. L'intervento in progetto consiste infatti in opere deputate a:

- regimazione delle acque nere e di quelle bianche mediante una rete mista,
- abolizione degli scarichi esistenti di acque nere sul canale ed il loro integrale convogliamento nei collettori fognari di via Leonardo da Vinci,
- convogliamento delle acque pluviali, eccedenti di 3 volte le portate ordinarie delle acque nere, nel canale stesso, mediante una serie di manufatti di grigliatura e sfioro.

Si tratta con tutta evidenza di opere a salvaguardia non solo della pubblica igiene, ma dell'ambiente idrico superficiale e sotterraneo, in termini di qualità della risorsa idrica e di controllo idraulico degli apporti pluviali della fascia pedemontana, migliorando i deflussi verso il canale e salvaguardando la sicurezza del quartiere abitativo. Lo studio ha messo in evidenza peraltro come le condizioni naturali del deflusso siano carenti per cause geologiche.

Per tale redazione lo scrivente ha eseguito anche una specifica ricerca di studi e cartografie pubblicate dalla Università di Palermo. Inoltre ha utilizzato i dati di alcune campagne di indagini fornite dalla Amm.ne Com.le di Palermo, con esecuzione di carotaggi e prove geotecniche di laboratorio, per precedenti interventi infrastrutturali nella stessa zona. Sono state eseguite inoltre dalla *Globalgeo* di Montemaggiore (Pa) n° 4 perforazioni a carotaggio continuo, con prelievo di campioni e prove di laboratorio (*Geocima* di Palermo). Ai fini della caratterizzazione sismica sono stati eseguiti 3 sondaggi di sismica passiva in seno alle formazioni affioranti lungo il tracciato, uno dei quali in corrispondenza del sito dove è previsto il manufatto più impegnativo, consistente in una paratia da porre a protezione delle opere di grigliatura e sfioro sul Canale Passo di Rigano, in via L. da Vinci. È stato

Rigano, attenuando i carichi alluvionali a valle, e precisamente laddove il PAI ha identificato l'area P3 e P4.

A sud della "Casa del Sole" al di sotto delle marne alterate il sondaggio S1, fornito dalla Amm.ne, ha riscontrato dolomie per oltre 100 m. Tale anomalia stratigrafica, pur nella sua singolarità e non riscontrabilità, può essere interpretata, a conferma delle osservazioni geomorfologiche e idrogeologiche esposte nel testo, come prodotto di colamenti dei terreni pelitici sui contigui affioramenti dolomitici, fino alla copertura di questi ultimi. Tutto ciò è causato dai fontanili e dalla emergenza di falda idrica, con impaludamenti per condizioni di drenaggio carenti, come è evidente dalle cartografie e dal disegno delle curve di livello in corrispondenza dell'Istituto Zootecnico.

Gli scolmatori svolgono un ruolo importante per lo smaltimento delle acque pluviali e di percolazione provenienti dai tratti stradali a monte, limitrofi a suoli agrari, conformemente con le indicazioni fornite dal presente studio. L'area compresa fra via Falconara, via Roccazzo e via Pandolfini infatti si rivela non adeguatamente drenata a causa della conformazione idrogeologica descritta (vd. *Carta delle pericolosità ambientali*). Tali manufatti a monte saranno di notevole giovamento alla funzionalità della restante rete fognaria a valle, nel tratto più urbanizzato, attenuando senz'altro il grado di rischio ambientale.

Il progetto infatti prevede la raccolta di acque fognarie sia bianche che nere. Il convogliamento delle acque nere sarà nel collettore principale di via Leonardo da Vinci, mentre le acque pluviali, in occasione di piene eccedenti 3 volte le portate delle acque nere, saranno convogliate, mediante ciascuno scolmatore, nei canali Luparello e Passo di Rigano, previa grigliatura e sedimentazione.

Per chiarire le condizioni ambientali dal punto di vista idrogeologico e idraulico, sono state prodotte alcune cartografie tematiche, stralciate e rielaborate da precedenti studi pubblicati. Inoltre si riportano le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dai manufatti in progetto (vd. Carta Geologico – tecnica).

Lo studio geologico ha verificato come le opere in progetto, nella situazione ambientale in cui versano attualmente le aree di intervento progettuale, consentiranno un notevolissimo miglioramento delle condizioni di

pericolosità e di rischio ambientale sussistenti nell'area, sia di carattere idraulico che geomorfologico e idrogeologico.

Tali opere impediranno l'immissione di reflui fognari in falda e favoriranno la regimazione dei deflussi delle acque pluviali e di falda da monte. Infatti intercetteranno le acque dilavanti e quelle delle riemergenze e di percolazione degli orizzonti di suolo superficiali, che invadono periodicamente le sedi stradali, cioè di quelle aliquote idriche provenienti dalle oscillazioni positive della falda ospitata dalle coltri colluviali ed alterative permeabili, già descritte nella presente relazione e rappresentate nelle cartografie allegate. Sarà pertanto favorito il deflusso superficiale delle acque intercettate dalle canalizzazioni stradali, in occasione di apporti di intensità eccezionali, integrando la rete di smaltimento fognaria con quella naturale.

Nel quadro generale del corretto drenaggio e smaltimento delle acque bianche, è necessario comunque assicurare una periodica manutenzione degli scolmatori e dei canali Passo di Rigano e Luparello con ripulitura dei detriti, onde garantirne la funzionalità del deflusso.

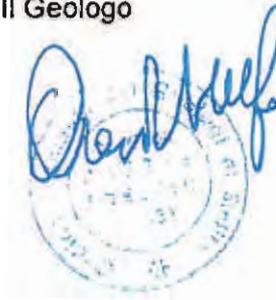
- Ai fini della sicurezza in corso d'opera, è opportuno stigmatizzare che, nell'affrontare lavori di scavo, si terrà conto della presenza di orizzonti plastici o incoerenti, seppur in condizioni geomorfologiche pianeggianti ed intensamente urbanizzate. Pertanto, pur non riscontrandosi potenziali dissesti in superficie, i fronti di scavo poco si adattano al taglio verticale e richiedono tecniche provvisoriale di salvaguardia in corso d'opera, per la salvaguardia sia delle maestranze che dei manufatti adiacenti. Questi consistono in contenimenti provvisori e drenaggi per circa il 60% dello sviluppo del tracciato.

- Per gli aspetti inerenti gli abbattimenti con mezzi meccanici, ai terreni affioranti ed alle relative coperture che saranno interessate dalla trincea di scavo, è stato attribuito un valore della resistenza allo schiacciamento, stimato in base alla consueta ed osservata presenza in perc.le di livelli lapidei o incoerenti. Le relative prevalenze degli uni e degli altri non sono dettagliatamente determinabili a priori con sondaggi puntiformi, per la estrema imprevedibilità ed irregolarità degli stessi (interstratificazioni, passaggi laterali, paleosuoli e coperture alterative – detritiche). Ciò vale per tutte le formazioni geologiche riscontrate lungo il

tracciato di progetto ed ampiamente descritte nelle loro caratteristiche geomeccaniche, dalla presente relazione (calcari dolomitici fratturati, calcareniti nodulari e sabbiose, marne ed argilliti). Pertanto si è ritenuto utile enunciare le classi di resistenza allo schiacciamento dei litotipi e stimarne le relative medie ponderali di affioramento, rinviando alla fase di direzione lavori la reale determinazione.

aggiornamento Ottobre 2010

Il Geologo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Oreste Adelfio", is written over a circular official stamp. The stamp contains some illegible text and numbers, likely representing a professional registration or office seal.

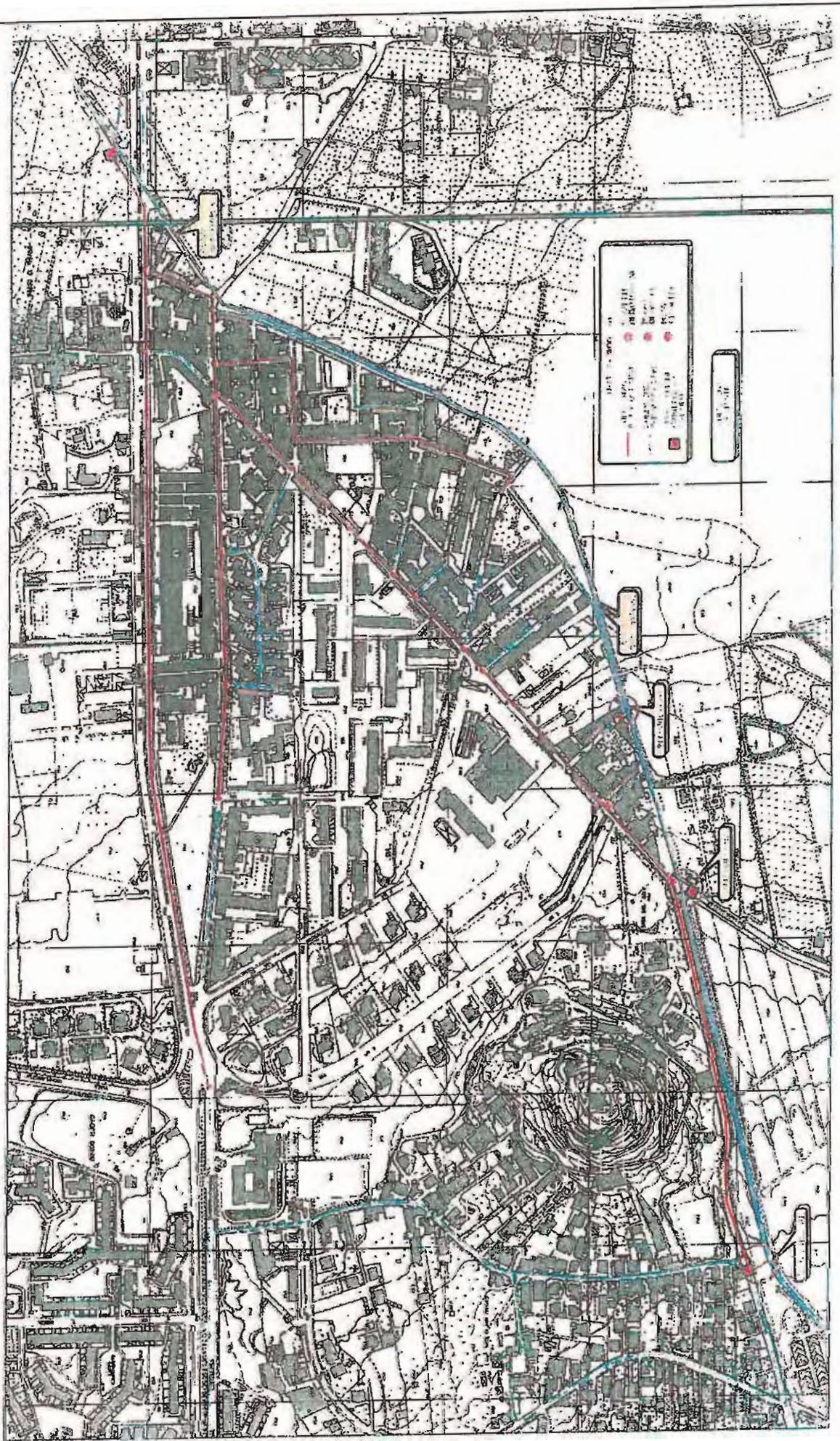
RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

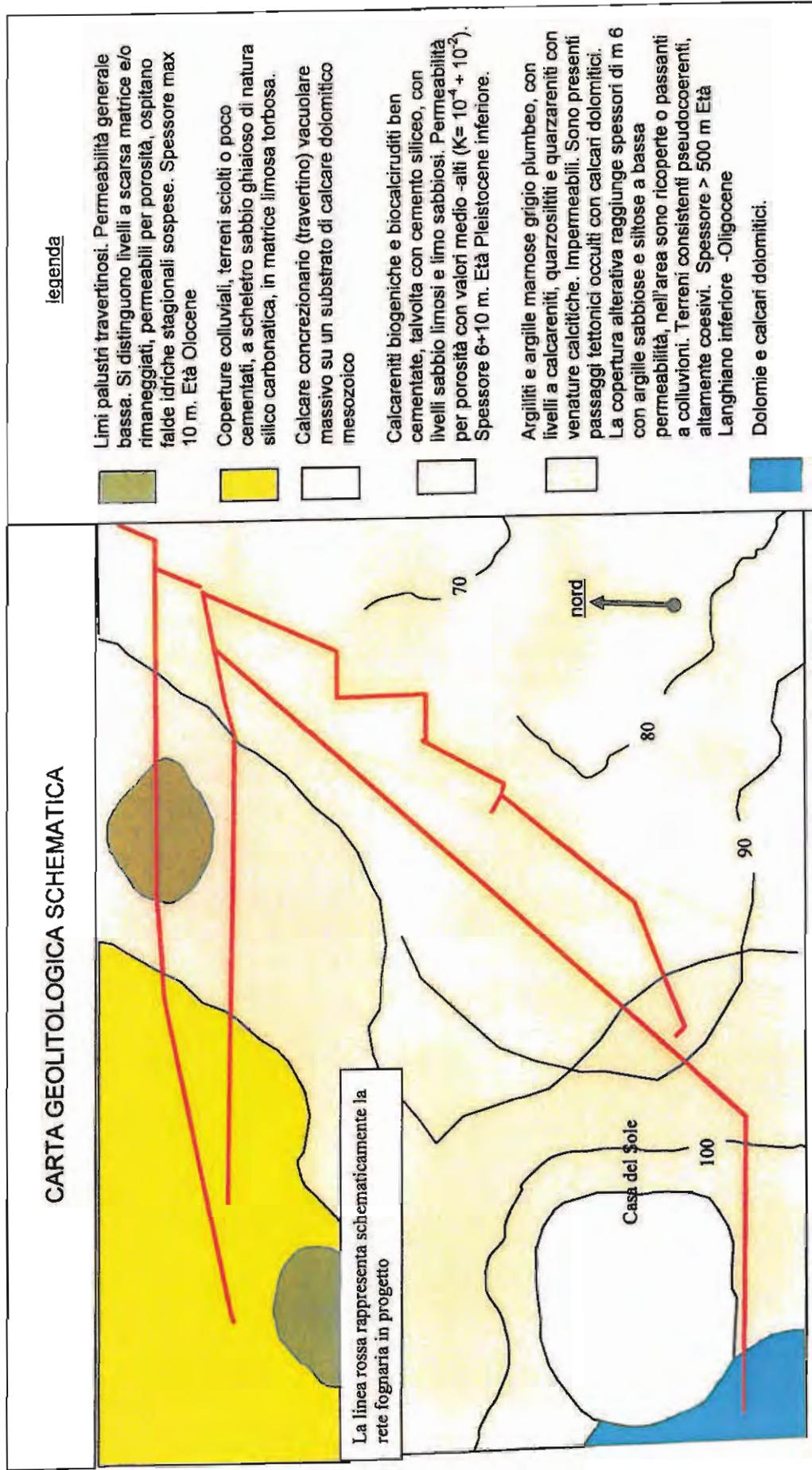
CAMPIONE	PROF. (m)	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	W <sub>n</sub> %	W <sub>l</sub> %	W <sub>p</sub> %	S %	n %
SA CH	2.70	20.00		16.90	18.31	27.86			
SA CR1	7.70	17.77		13.85	28.23				
SB CR1	1.70	17.53		14.78	18.63				
SB CR2	5.20	19.88		17.55	13.31				
SC CR1	2.40	19.07		15.33	24.41				
SC CH	3.50	19.19		15.25	25.83				
SD CR1	1.20	18.34		14.99	22.37				
SD CR2	4.00	19.46		16.72	16.38				

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C' KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ gradi	C'(Res) KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ (Res) gradi	Q <sub>max</sub> KN/m <sup>2</sup>	C <sub>u</sub> KN/m <sup>2</sup>	$\phi_u$ gradi
SA CH	2.70	19.00	26°					
SA CR1	7.70							
SB CR1	1.70	11.00	23°					
SB CR2	5.20							
SC CR1	2.40	20.00	21°					
SC CH	3.50	4.00	23°					
SD CR1	1.20							
SD CR2	4.00	3.00	22°					

COROGRAFIA E PLANIMETRIA DELLE OPERE IN PROGETTO

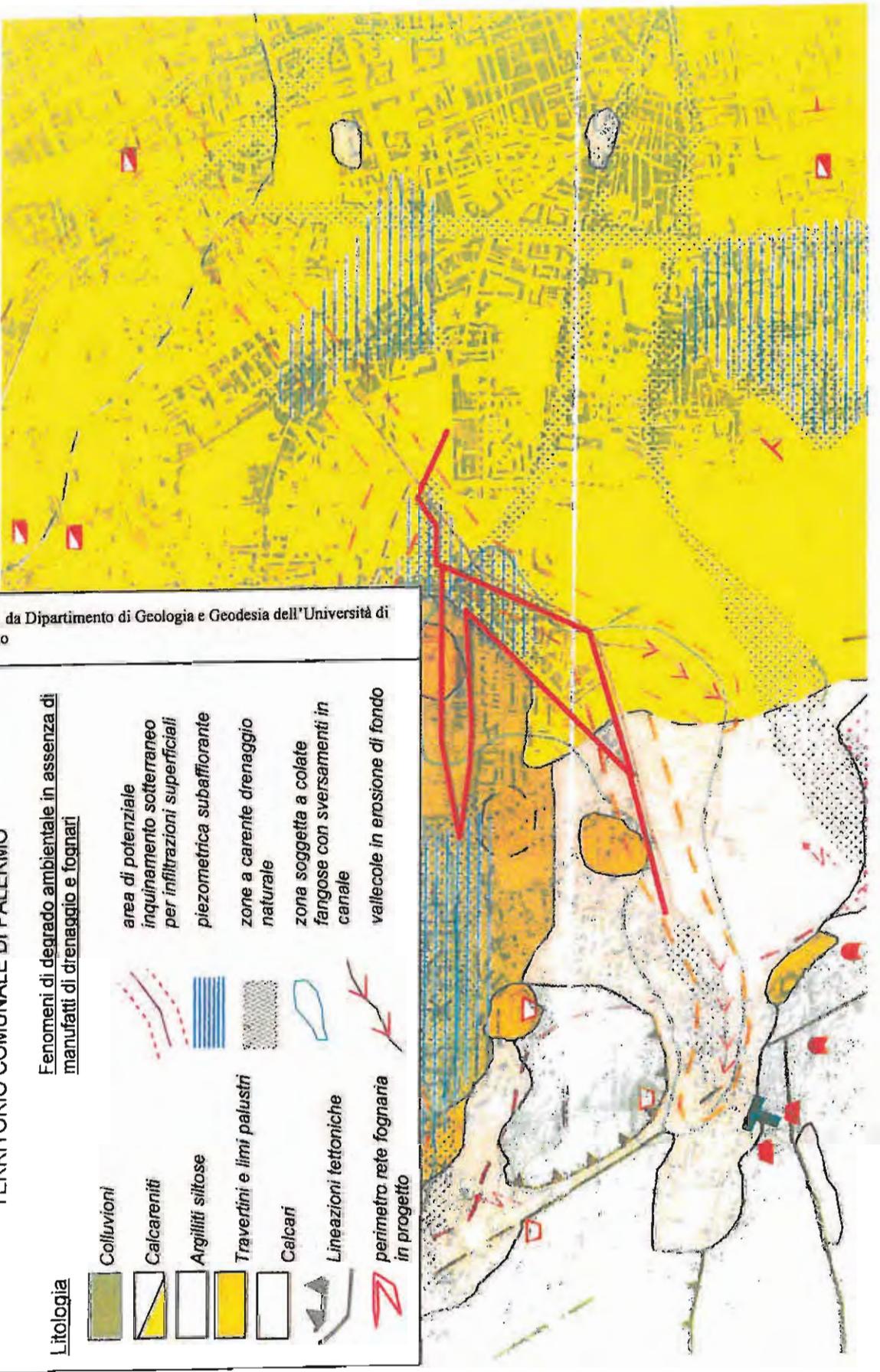


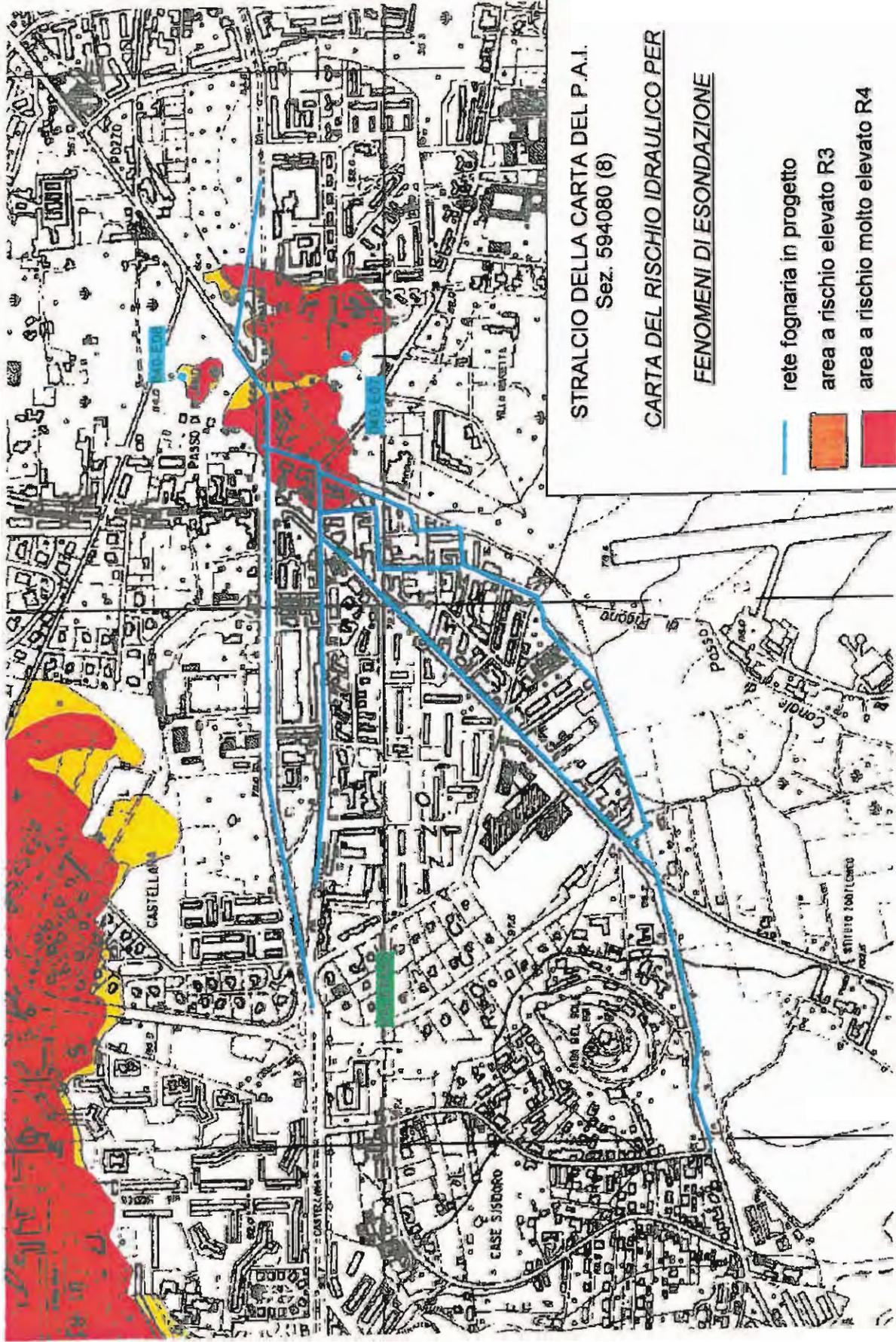


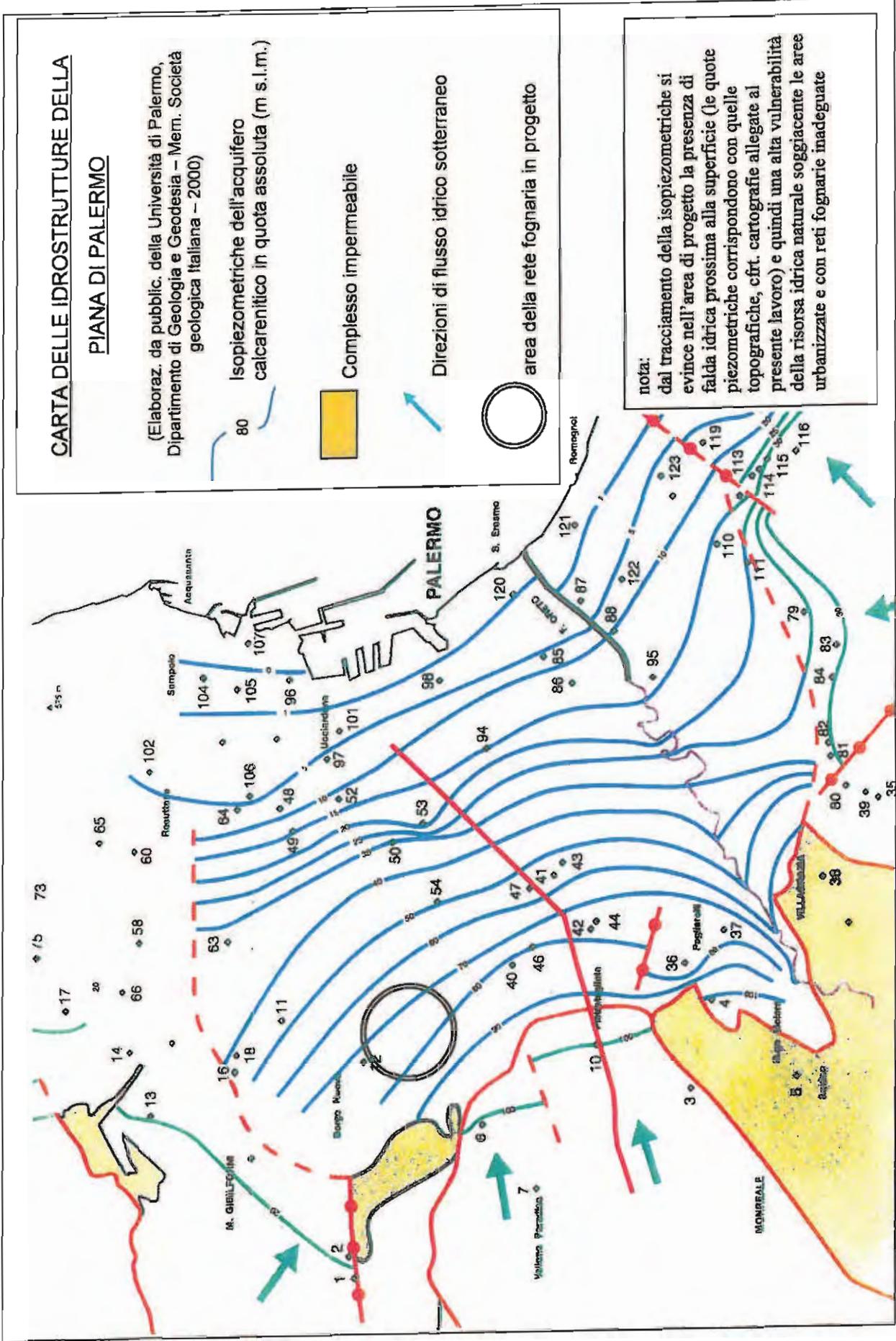
**STRALCIO DELLA CARTA DELLE PERICOLOSITÀ AMBIENTALI DEL TERRITORIO COMUNALE DI PALERMO**

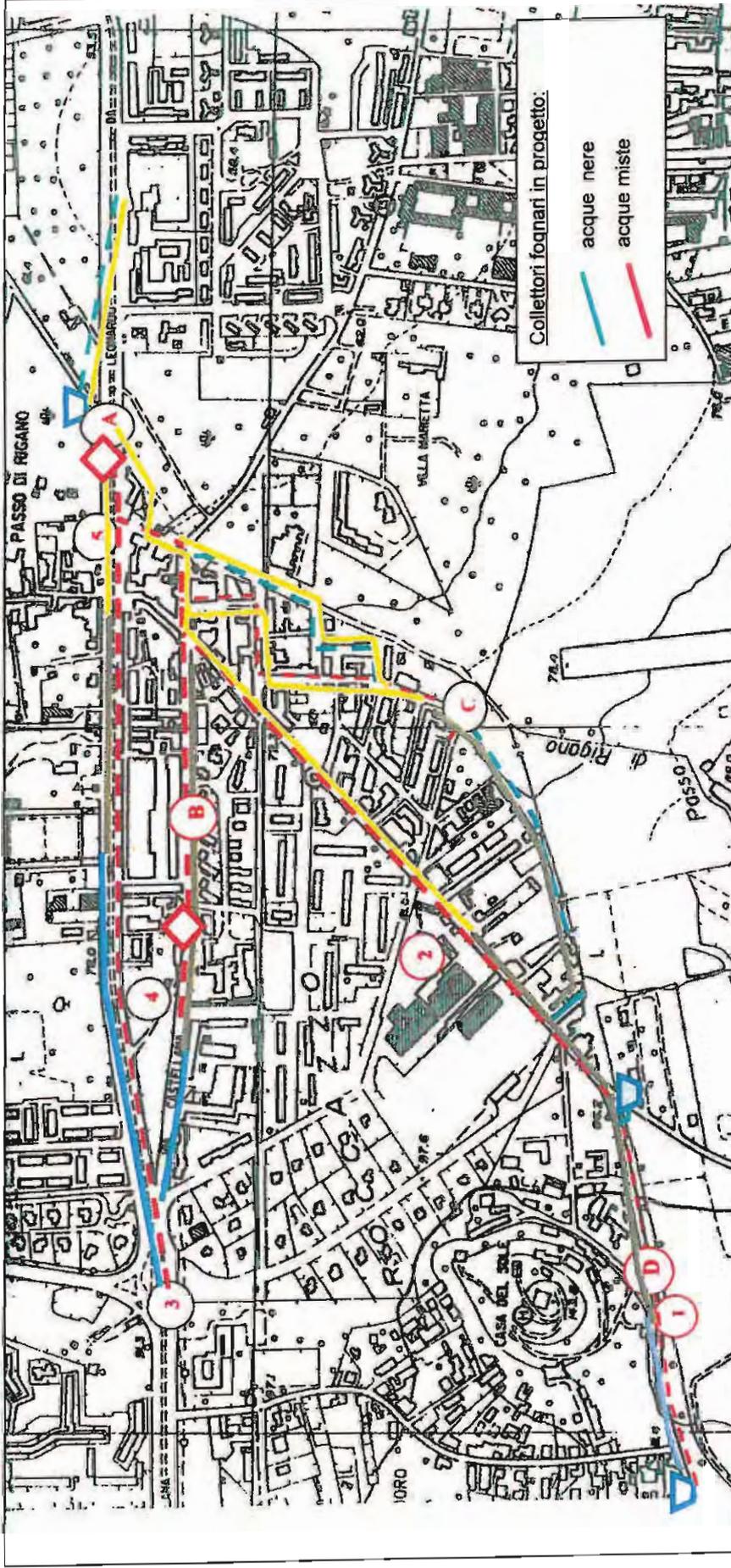
Rielab. da Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo

<b>Litologia</b>	Colluvioni	area di potenziale inquinamento sotterraneo per infiltrazioni superficiali
Calcareniti	piezometrica subaffiorante	zone a carenza drenaggio naturale
Argilliti siltose	zona soggetta a colate fangose con sversamenti in canale	vallecote in erosione di fondo
Traveritini e limi palustri	Lineazioni tettoniche	
Calcari	perimetro rete fognaria in progetto	









### CARTA GEOLOGICO-TECNICA

- 1 sondaggi geognostici acquisiti
- A sondaggi geognostici realizzati (Settembre 2010)
- ◇ sondaggio sismico a risonanza
- ◇ B pozzetti di grigliatura e siforo

Litologie e parametri geomeccanici affioranti lungo il tracciato:

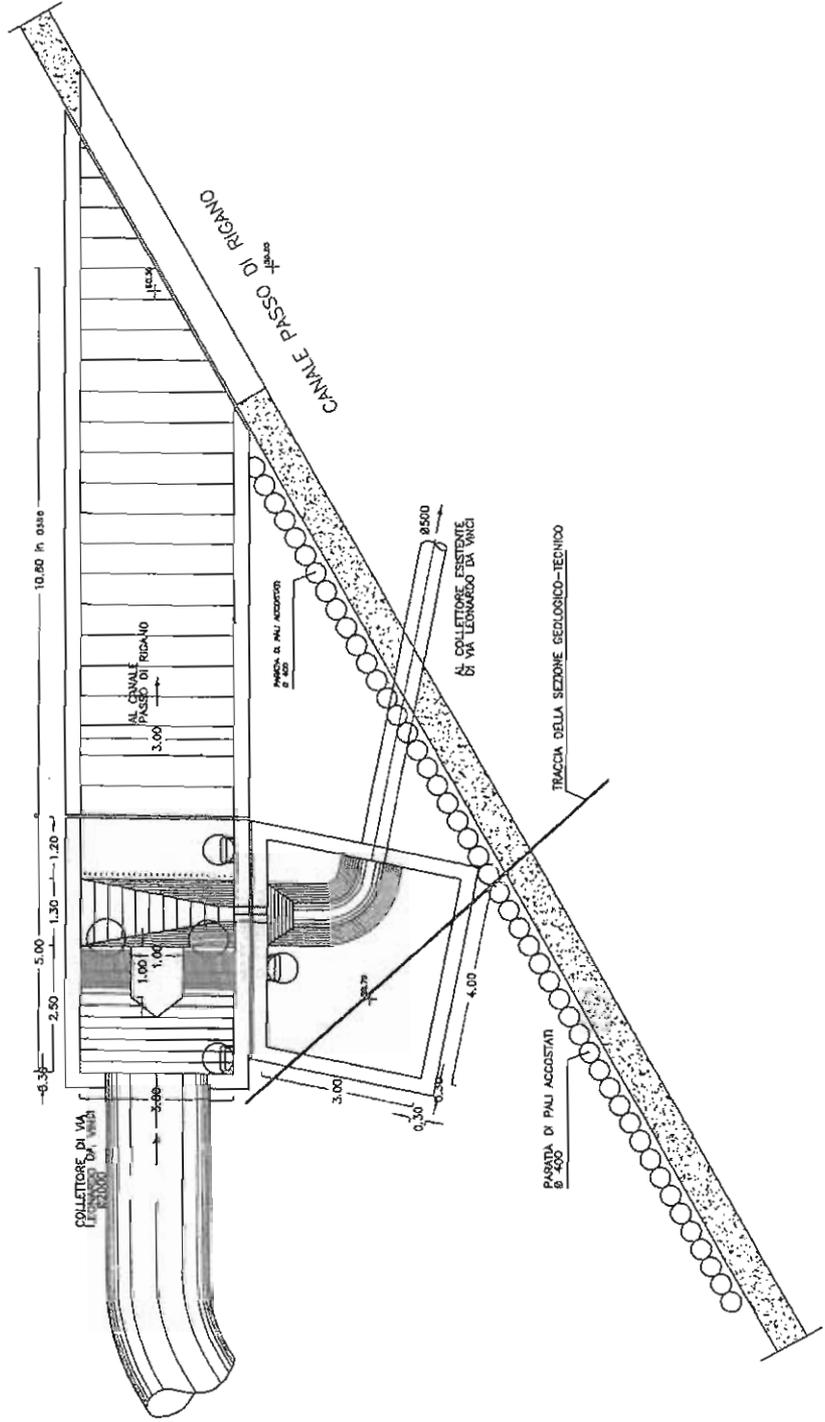
è indicata la classe di resistenza allo schiacciamento mediante i valori numerici in N/mm<sup>2</sup> (in neretto) e la % corrispondente di affioramento di ciascuna classe lungo lo spessore del fronte di scavo

- colluvioni (terreni incoerenti o poco coesivi con trovanti lapidei rimovibili con escavatore)
- calcareniti: (4+10 25%) (10+20 75%)
- argilliti e marne: (4+10 25%) (10+20 75%)
- calcari dolomitici (75+110 100%)

scala 1:10.000



Planimetria del manufatto  
di grigliatura e sfioro di  
via Leonardo da Vinci

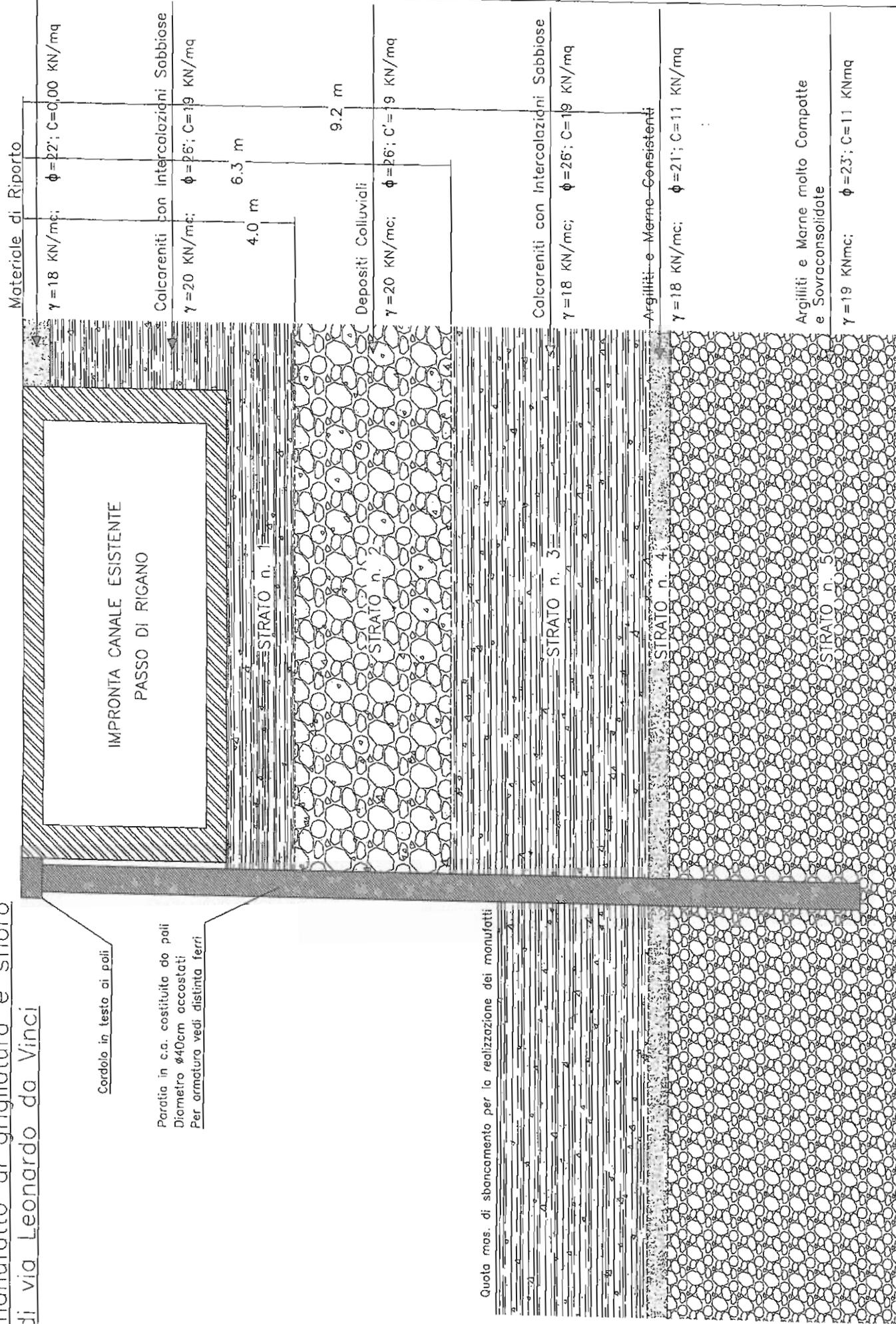


Sezione Geologico-tecnica del  
manufatto di grigliatura e sfioro  
di via Leonardo da Vinci

Cordolo in testo ai pali

Paratia in c.a. costituita da pali  
Di diametro  $\varnothing 40\text{cm}$  accostati  
Per armatura vedi distinta ferri

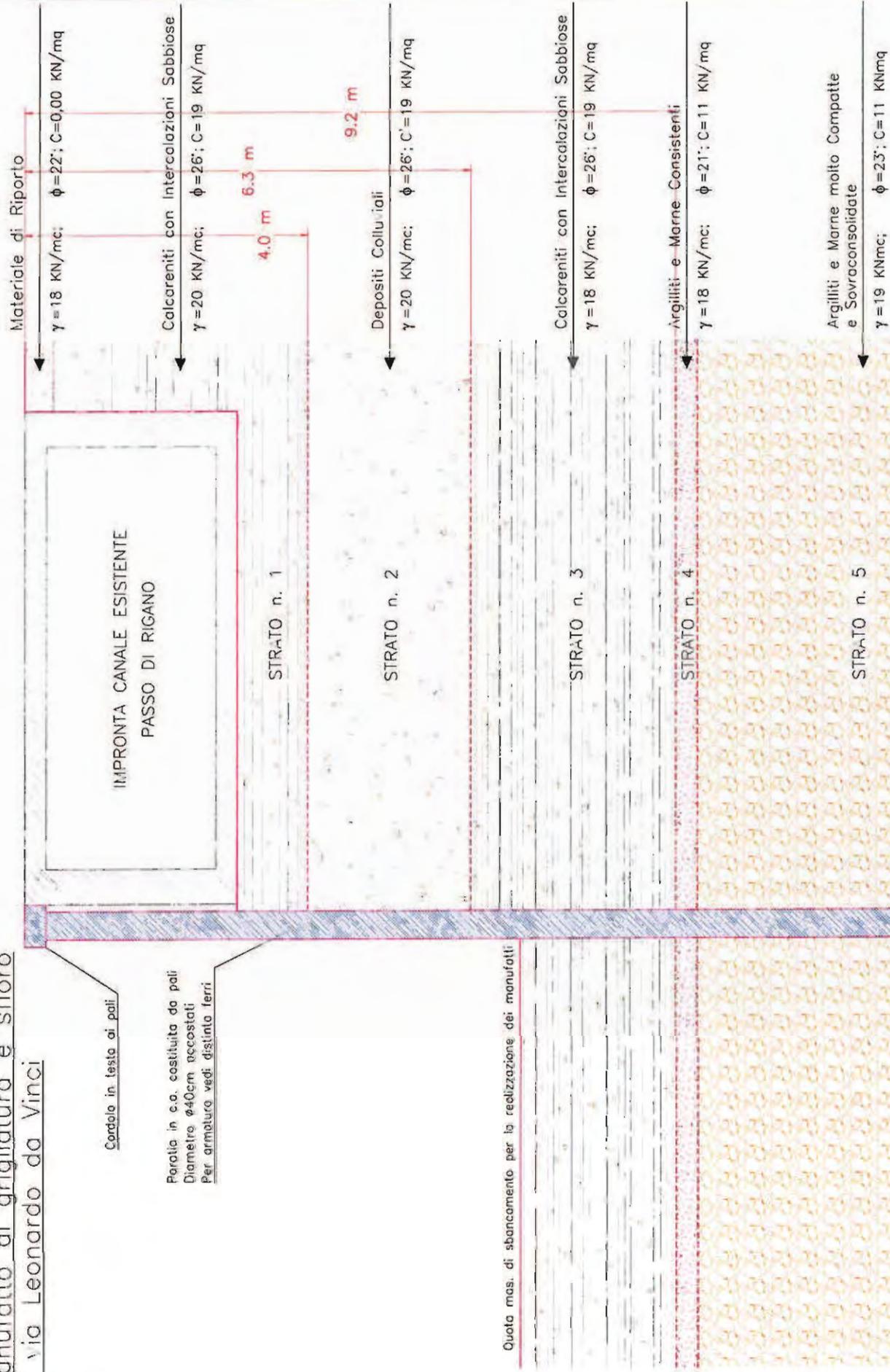
Quota mas. di sbancamento per la realizzazione dei manufatti



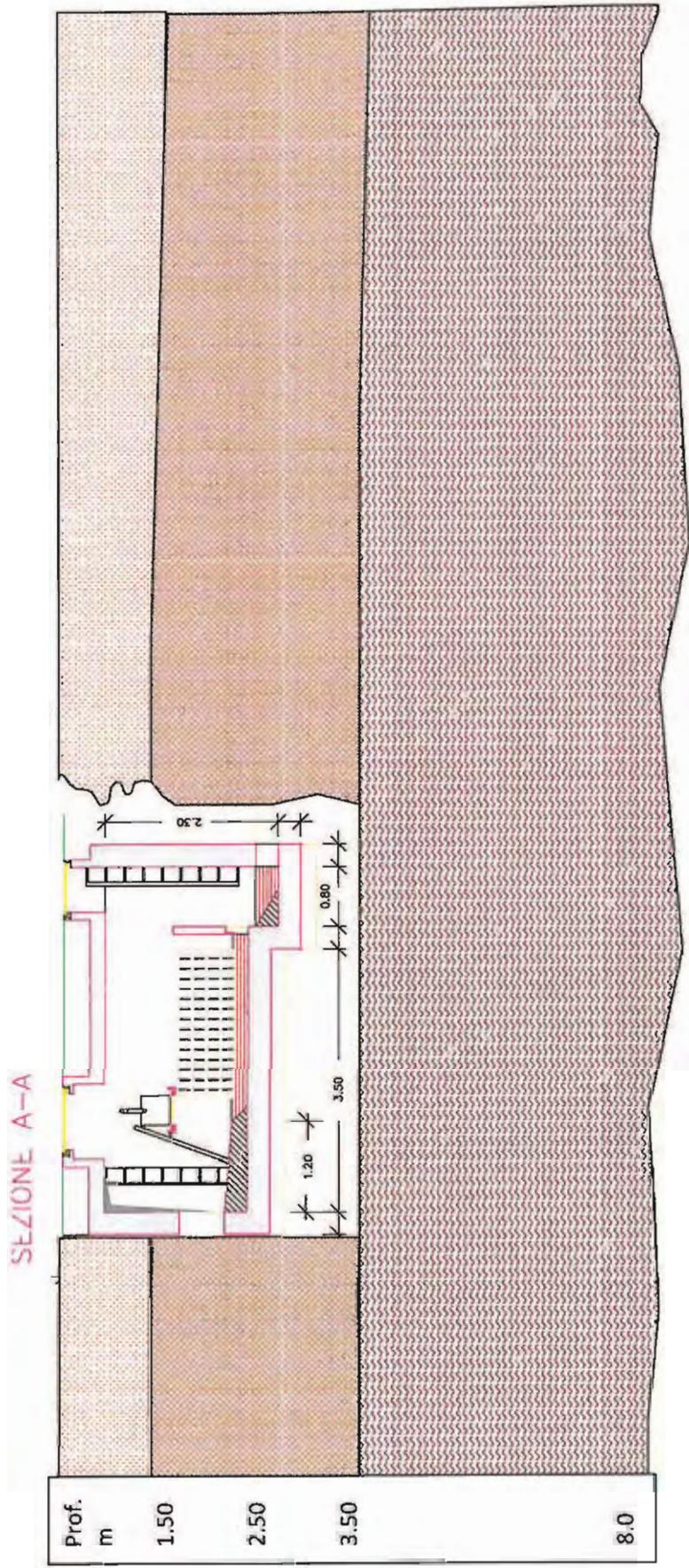
Sezione Geologico-Tecnica del manufatto di grigliatura e sfioro di via Leonardo da Vinci

Cordolo in ferro ai pali

Paratia in c.a. costituita da pali  
 Diametro  $\phi 40\text{cm}$  eccostati  
 Per armatura vedi distinto ferri



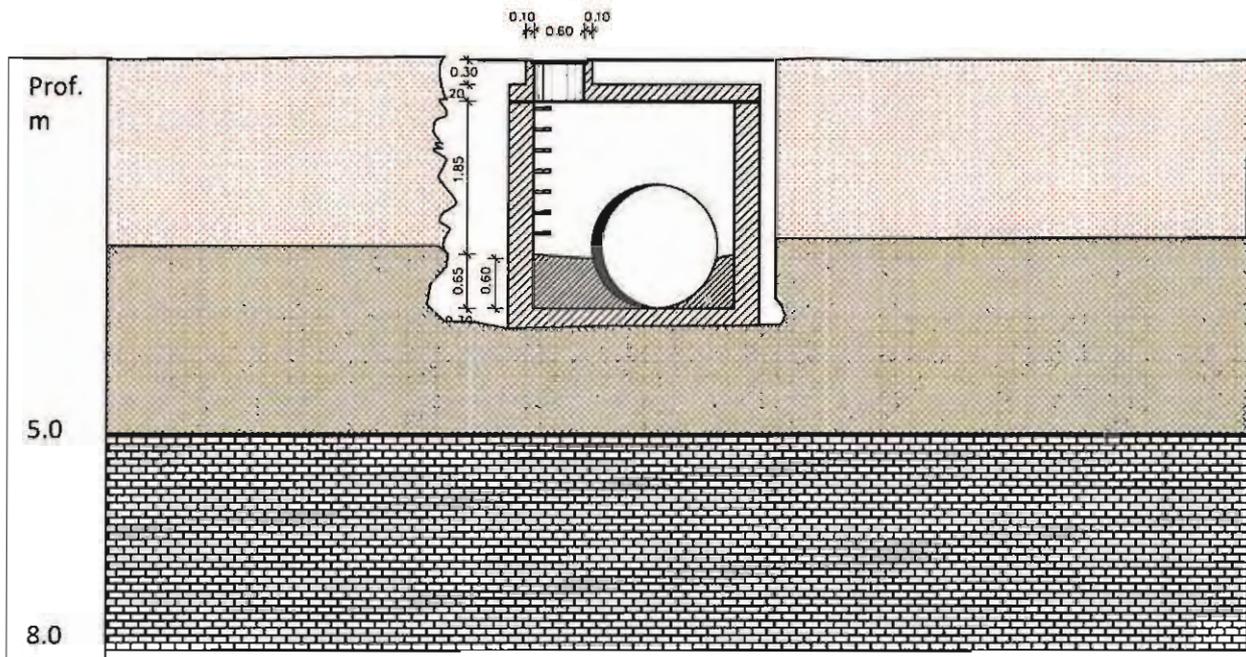
Quota mas. di sbancamento per la realizzazione dei manufatti



**SEZIONE GEOLITOGICA DEL MANUFATTO DI GRIGLIATURA E SFIORO DI VIA FALCONARA**

-  Terreno di riporto
-  Limi ed argille marnose con microbreccie detritiche ( $\phi < \text{cm}$ ), molto alterate e rimaneggiate, colore giallo - beige, plasticizzate
-  Marne beige, compatte e consistenti, asciutte, omogenee ed amorfe, senza inclusi o intercalazioni

SEZIONE A-A



SEZIONE GEOLITOGICA DEL POZZETTO DI LINEA TIPO DEL COLLETTORE VIA LEONARDO DA VINCI  $\phi$  1500



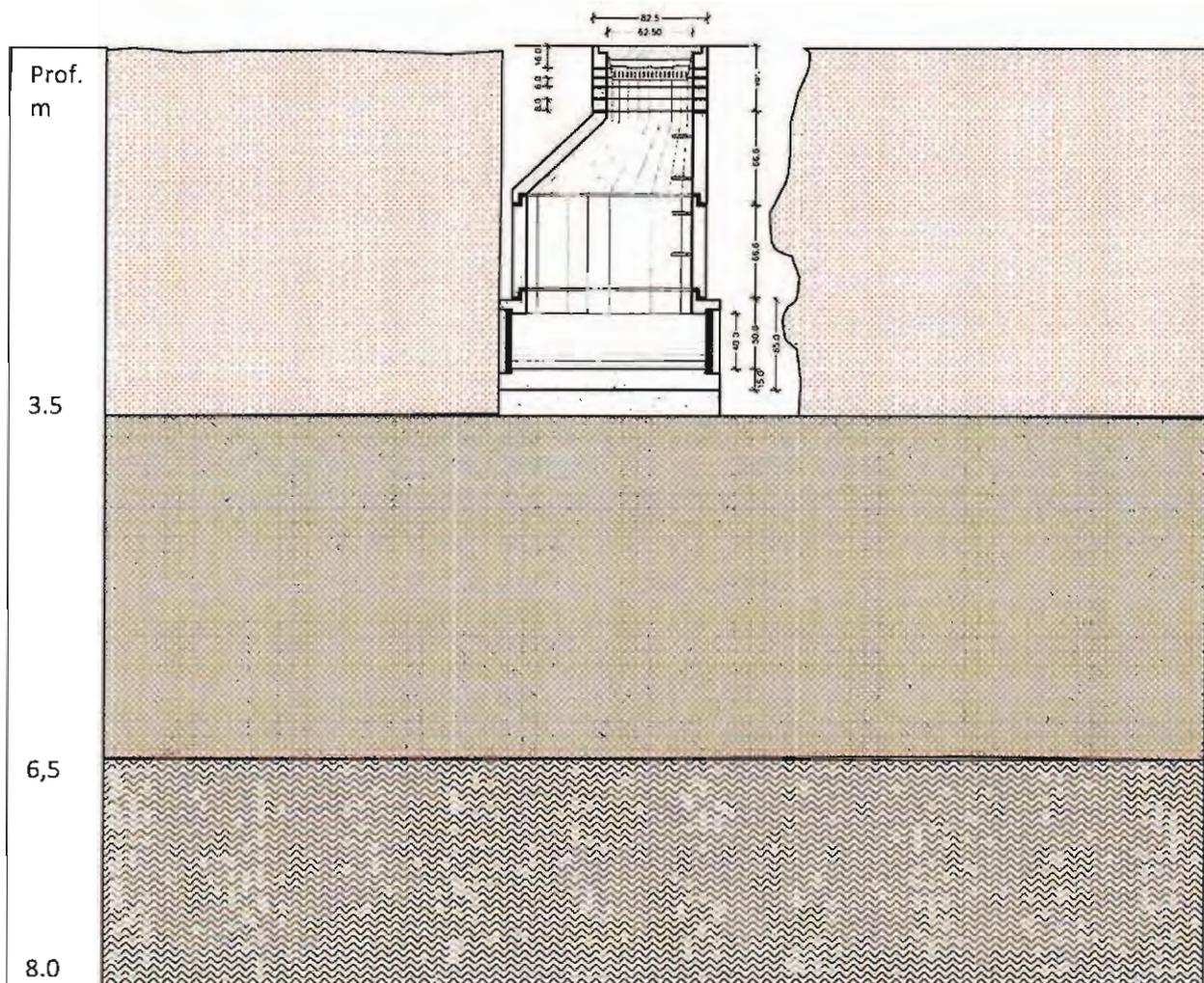
Terreno di riporto



Terreno vegetale e suolo da rimaneggiamento della formazione di base



Calcarenite poco cementata da biancastra a giallo ocrea, costituita da uno scheletro calcareo detritico ed una matrice limosa - presenza di intercalazioni di terreno vegetale alterativo



SEZIONE GEOLITOLOGICA DEL POZZETTO DI ISPEZIONE E CONFLUENZA (ZONA VIA ROCCAZZO ALTA)



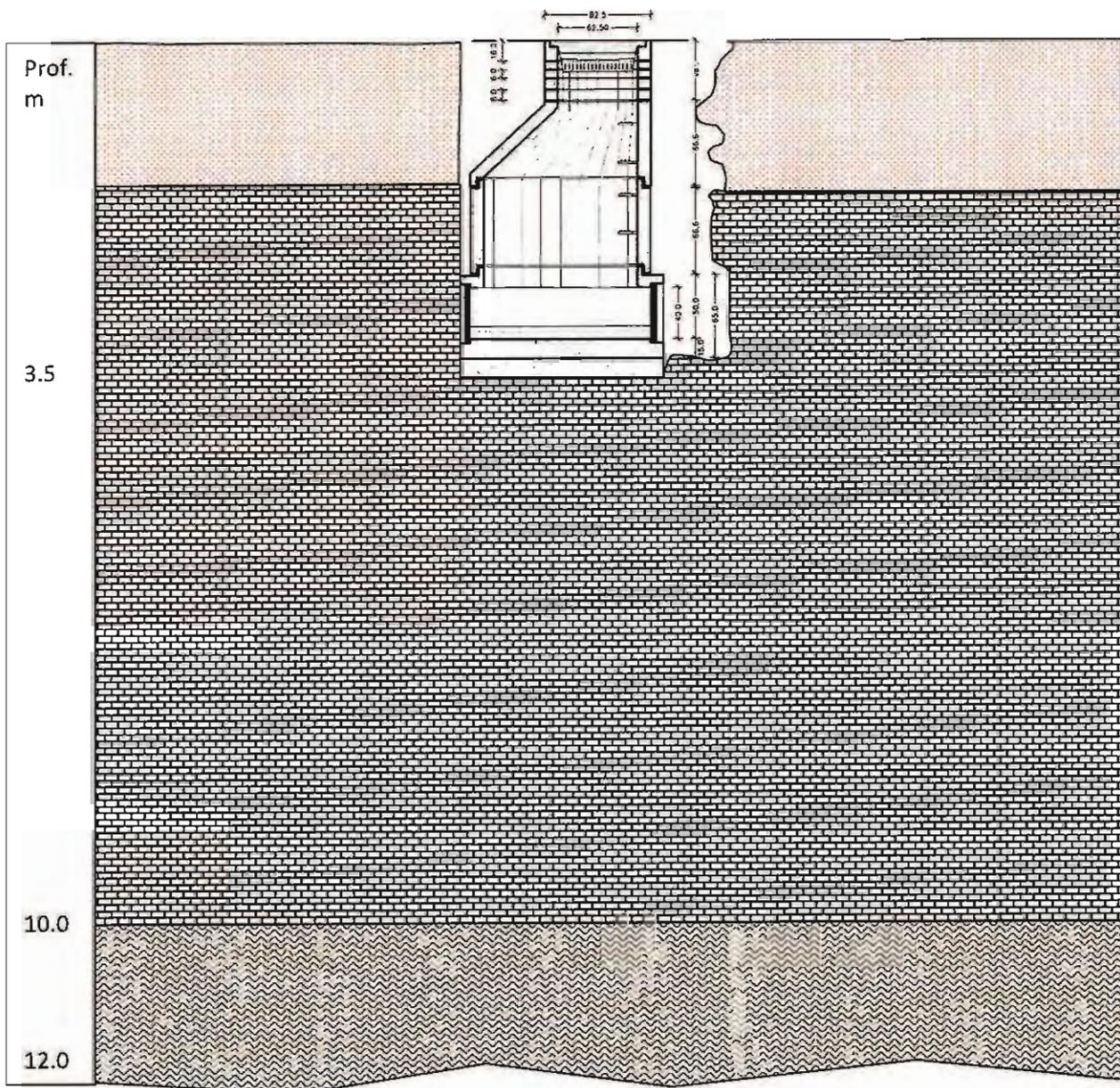
Limi ed argille marnose con microbreccie detritiche ( $\Phi < \text{cm}$ ), molto alterate e rimaneggiate, colore giallo - beige, plasticizzate



Marne grigio verdastre, compatte e consistenti, asciutte, omogenee ed amorfe, senza inclusi o intercalazioni Marne e calcilutiti grigio acciaio con patine biancastre, compatte e consistenti, sovraconsolidate; i livelli calcilutitici sono ben cementati, con spessori centimetrici, frantumati



Marne grigio azzurre come sopra, leggermente plasticizzate dalle operazioni di carotaggio



**SEZIONE GEOLITOLÓGICA DEL POZZETTO DI ISPEZIONE E CONFLUENZA (ZONA VIA ROCCAZZO BASSA)**



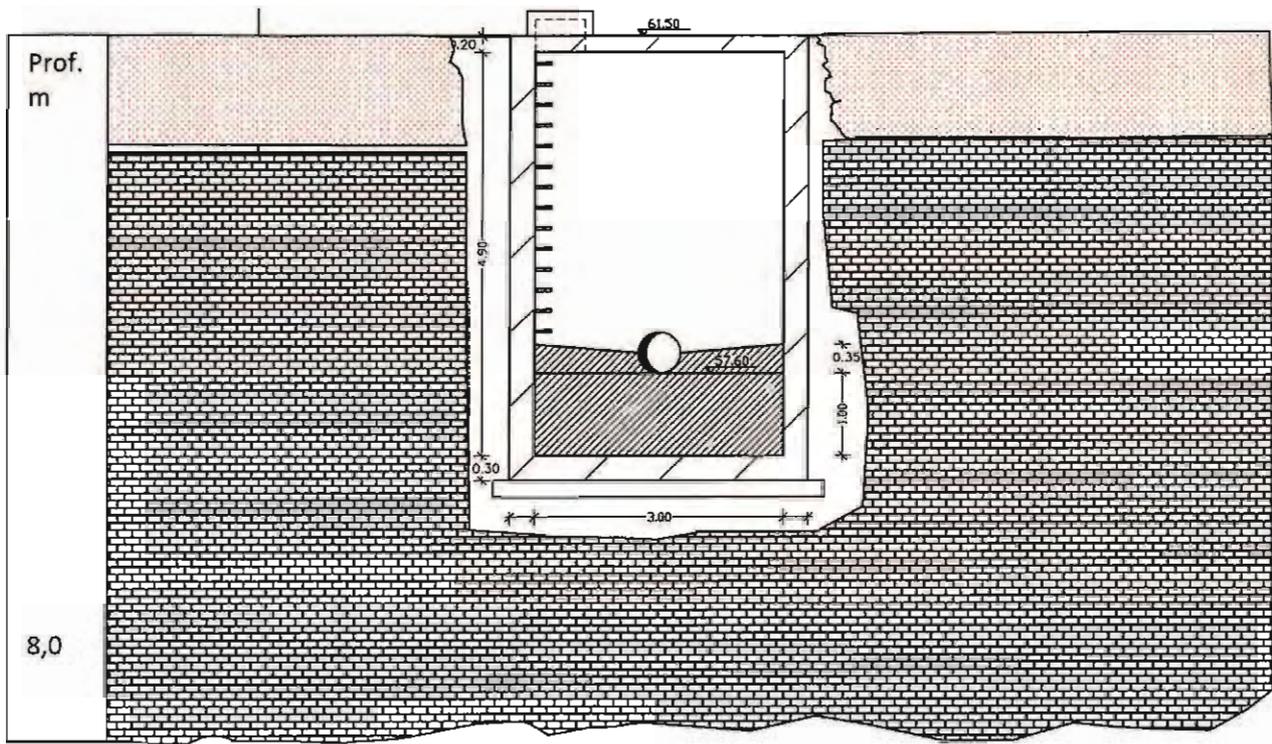
Copertura alterativa e di riporto indistinta



Calcareniti in strati e banchi a cementazione nodulare, ossia con zone a cementazione varia, da forte a media e bassa, pertanto si distinguono intercalazioni sabbiose, ossia senza cementazione; tali variabilità sono del tutto irregolari



Marne grigie azzurre sovraconsolidate



SEZIONE GEOLOGICA DELLA CAMERA DI SPINTA PER MICROTUNNELING (via Leonardo da Vinci)



Terreno vegetale e copertura alternativa indistinta



Calcareniti in strati e banchi a cementazione nodulare, ossia con zone a cementazione varia, da forte a media e bassa, pertanto si distinguono intercalazioni sabbiose, ossia senza cementazione; tali variabilità sono del tutto irregolari