

Regione Siciliana

Città di Marsala

Provincia di Trapani

IL PROGETTISTA:

Ing. Filippo De Vita

IL R.U.P.:

Ing. Francesco Patti

IL COMMITTENTE:

Comune di Marsala

COORDINATORE SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE:

IL GEOLOGO:

Dott.ssa Geol. Giuseppa Angileri

TAVOLA N°

1B.1

DATA:

Marsala, li _____

LAVORI: Progetto esecutivo rete fognante cittadina Centro Urbano.
Via Omodei, Via Aspromonte, Via Itria, Via Libertà, Via
Colocasio, Via Pascasino, Piazza Marconi.

STUDIO GEOLOGICO
Progetto Esecutivo

ELABORATO: Relazione geologica.

IL GEOLOGO
Geol. Giuseppa Angileri

IL PROGETTISTA
Ing. Filippo De Vita

PROTOCOLLO E VISTI:

INDICE

Premessa	pag. 2
Descrizione dei luoghi e cenni sulle opere in progetto	pag. 4
Sviluppo delle indagini	pag. 6
Inquadramento geografico e geomorfologico	pag. 7
Inquadramento geologico	pag. 8
<i>La sequenza litologica</i>	pag. 9
<i>Geologia dei collettori</i>	pag. 12
<i>I terreni presenti nelle aree interessate dai collettori</i>	pag. 12
<i>Descrizione geologica del tracciato</i>	pag. 15
Aspetti idrogeologici	pag. 16
<i>La falda idrica nell'area di Marsala</i>	pag. 17
<i>Condizioni di vulnerabilità della falda idrica</i>	pag. 18
Caratteristiche geologico tecniche	pag. 20
La problematica delle cave	pag. 22
Considerazioni sulle modalità di scavo	pag. 24
Conclusioni	pag. 25
ALLEGATI	
• Tav. 1B.2 Carta geologica, scala 1:10.000	
• Tav. 1B.3 Carta litotecnica, scala 1:10.000	
• Tav. 1B.4 Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico , scala 1:10.000	
• Tav. 1B.5 Planimetria con indicazione delle opere da realizzare e delle indagini geognostiche da eseguire, scala 1:1.000	
• Tav. 1B.6 Profilo geologico scala 1:100/1:1.000	
• Tav. 1B.7 Profilo geologico scala 1:100/1:1.000	

PREMESSA

Il Comune di Marsala ha in programma di realizzare un tratto di rete fognante cittadina che dovrà svilupparsi lungo la Via Omodei, Via Gagini, Via Lazzara, Via Aspromonte, Via San Vito, Via Itria, Via Messina, Via Barbaro, Via Caprai, Via Libertà, Via Mentana, Via Bezzeca, Via Titone, Via Falconara, Via Ferro, Via Spanò che andranno a scaricare i liquami nella condotta esistente di Via Roma, e un tratto di rete fognante lungo la Via Colocasio, Via Pascasino e Piazza Marconi con innesto nella condotta esistente di Viale Battisti, e nell'ambito del progetto, ha affidato alla scrivente, Dott.ssa Geol. Angileri Giuseppa, di eseguire lo studio geologico di cui sopra.

Lo studio è stato richiesto allo scopo di definire la natura e le principali caratteristiche litotecniche dei terreni affioranti lungo il tracciato, mirando in particolare ad identificare le eventuali situazioni locali di pericolosità geologica tali da poter influenzare in modo significativo le scelte progettuali.

I dati geologici, esposti di seguito, sono stati ricavati prendendo preliminarmente in considerazione tutte le informazioni di carattere geologico, relativamente all'area in oggetto, reperibili nella letteratura scientifica e tecnica, compresa la cartografia geologica ufficiale.

E' stato, quindi, effettuato un primo sopralluogo nelle zone di interesse al fine di accertare la morfologia dei siti e la natura dei terreni affioranti; successivamente, è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio opportunamente esteso al di fuori delle aree di interesse.

Lo studio dei terreni osservati ha consentito di caratterizzare sufficientemente, da un punto di vista litotecnico, i terreni.

A tal fine sono state individuate e descritte le formazioni geologiche e i principali lineamenti tettonici e morfologici, i lineamenti essenziali inerenti la circolazione delle

acque superficiali e sotterranee in relazione allo smaltimento delle acque dilavanti e alla protezione della falda idrica. Si descrivono, altresì, i caratteri litologici di dettaglio dei terreni presenti lungo il tracciato dei collettori sulla base di quanto acquisito con i rilievi e le indagini in sito e si riportano, infine, delle considerazioni sulla problematica delle cavità nel sottosuolo connessa con la realizzazione dell'opera, nonché sulle problematiche geologiche connesse con la realizzazione degli scavi e con la loro stabilità.

In conclusione, si fornisce un programma di indagini in sito, da eseguire, preventivamente alla esecuzione dei lavori, al fine di individuare la presenza di eventuali cavità che possano essere intercettate durante i lavori di scavo per la posa dei collettori, e di conseguenza di prevedere le opportune opere di salvaguardia.

Alla presente relazione si allegano i seguenti elaborati:

- Tav. 1B.2 Carta geologica, scala 1:10.000
- Tav. 1B.3 Carta litotecnica, scala 1:10.000
- Tav. 1B.4 Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico , scala 1:10.000
- Tav. 1B.5 Planimetria con indicazione delle opere da realizzare e delle indagini geognostiche da eseguire, scala 1:1.000
- Tav. 1B.6 Profilo geologico scala 1:100/1:1.000
- Tav. 1B.7 Profilo geologico scala 1:100/1:1.000

DESCRIZIONE DEI LUOGHI E CENNI SULLE OPERE IN PROGETTO

L'area interessata dal tracciato della rete fognante in studio si sviluppa nel settore centrale dell'abitato di Marsala.

Si tratta di un'area sub-pianeggiante o debolmente acclive, modellata dal mare quaternario, degradante dalla quota 24 – 25 m s.l.m. verso la linea di costa. La morfologia dell'area nel complesso risulta abbastanza omogenea; è presente, infatti, una gradinata di terrazzi marini modellati dall'azione del mare quaternario. Tale andamento morfologico è stato nel tempo modificato dall'intervento antropico connesso alla realizzazione del centro abitato, dove, tra l'altro, è stata rilevata una diffusa presenza di cave di ampiezza variabile, per buona parte inattive, scavate a fossa e spesso collegate con cave in sotterraneo realizzate a camere e pilastri.

Il progetto prevede la realizzazione di alcuni tratti di fognatura per uno sviluppo complessivo di circa 3.183,00 m. In particolare sono previsti i seguenti collettori per acque nere:

- Via Omodei, a partire dall'incrocio con la Via Pascasino fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 449,00;
- Via Gagini, a partire dall'incrocio con la Via Amendola fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Omodei, per una lunghezza complessiva di m 40,00;
- Via Lazzara, a partire dall'incrocio con la Via Titone fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Omodei, per una lunghezza complessiva di m 51,00;
- Via Lazzara, a partire dall'incrocio con la Via Titone fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Aspromonte, per una lunghezza complessiva di m 55,00;
- Via San Vito, a partire dall'incrocio con la Via Lazzara fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 125,00;
- Via Aspromonte, a partire dal lato a monte (linea ferrata) fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via San Vito, per una lunghezza complessiva di m 230,00;

- Via Barbaro, a partire dall'incrocio con la Via Caprai fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via San Vito, per una lunghezza complessiva di m 53,00;
- Via Caprai, a partire dall'incrocio con la Via Lazzara fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Barbaro, per una lunghezza complessiva di m 40,00;
- Via Libertà, a partire dall'incrocio con la Via Itria fino ad innestarsi nel nuovo collettore esistente di Via Aspromonte, per una lunghezza complessiva di m 60,00;
- Via Mentana, a partire dall'incrocio con la Via Omodei fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Aspromonte, per una lunghezza complessiva di m 90,00;
- Via Bezzecca, a partire dal lato a monte (linea ferrata) fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Mentana, per una lunghezza complessiva di m 103,00;
- Via Titone, a partire dall'incrocio con la Via Lazzara fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 96,00;
- Via Itria, a partire dall'incrocio con la Via Messina fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 272,00;
- Via Messina, a partire dall'incrocio con la Via Aspromonte fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Itria, per una lunghezza complessiva di m 206,00;
- Via Falconara, a partire dall'incrocio con la Via Libertà fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 80,00;
- Via Maiorana, a partire dall'incrocio con la Via Libertà fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 80,00;
- Via Ferro, a partire dall'incrocio con la Via Libertà fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 80,00;
- Via Spanò, a partire dall'incrocio con la Via Libertà fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Roma, per una lunghezza complessiva di m 90,00;
- Via Libertà, a partire dall'incrocio con la Via Itria fino ad innestarsi nel collettore esistente di Via Spanò, per una lunghezza complessiva di m 230,00;
- Via Maiorana, a partire dal lato a monte (linea ferrata) fino ad innestarsi nel nuovo

- collettore di Via Libertà, per una lunghezza complessiva di m 40,00;
- Via Colocasio, a partire dall'incrocio con il Corso Gramsci fino ad innestarsi nel collettore esistente di Viale Battisti, per una lunghezza complessiva di m 353,00;
 - Via Pascasino, a partire dall'incrocio con il Corso Gramsci fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Colocasio, per una lunghezza complessiva di m 300,00;
 - Piazza Marconi, a partire dall'incrocio con la Via Sardegna fino ad innestarsi nel nuovo collettore di Via Colocasio, per una lunghezza complessiva di m 60,00;

SVILUPPO DELLE INDAGINI

Lo studio dell'area interessata dalle opere in progetto è stato affrontato in via preliminare attraverso una ricerca bibliografica in letteratura, finalizzata all'acquisizione dei dati riguardanti i caratteri litologici, stratigrafici e tettonici generali del territorio di Marsala, ed attraverso un rilievo geologico di superficie e geologico-tecnico a scala 1:10.000.

Nella interpretazione dell'assetto geologico e litologico lungo il tracciato dei collettori si è tenuto conto anche dei risultati disponibili derivanti da indagini in sito eseguite precedentemente per altri scopi in aree prossime ai tracciati dei collettori.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

La porzione di territorio dove insiste l'area, oggetto della presente indagine, non mostra particolarità di rilievo in quanto caratterizzata da una vasta superficie pianeggiante, facente parte della tavoletta "*F. 256 II NE MARSALA*".

Sotto il profilo morfologico l'area studiata è rappresentata prevalentemente da una piana, lievemente degradante verso mare, alquanto uniforme, interrotta solamente dalla presenza di alcuni gradini morfologici, corrispondenti agli orli dei terrazzi.

Tale aspetto è legato all'attività del mare del Pleistocene medio-superiore che ha depositato dapprima le calcareniti del piano Siciliano "*Calcarenite di Marsala*" e successivamente, a causa delle variazioni eustatiche del livello del mare, il terrazzo marino tirreniano di natura calcarenitica, a tratti calciruditica.

In generale, si può affermare che, l'andamento planoaltimetrico di tali materiali, congiuntamente alle loro caratteristiche fisico-meccaniche, conferiscono a tali spianate una buona stabilità.

Localmente la monotonia dell'area è interrotta dalla presenza di vecchie cave abbandonate e dall'incisione fluviale della Fiumara Sant'Onofrio, più a valle denominata Fiumara di Marsala o Sossio.

Una caratteristica di questi terreni è quella di subire in superficie processi di ricementazione che, ove assumono una certa dimensione areale danno luogo alle cosiddette "*Sciare*" la cui peculiarità è quella di essere privi di suolo agrario e quindi non coltivabili.

In prossimità della costa, le ondulazioni della piana risultano prossime alla superficie freatica formando delle "*zone umide*" di tipo palustre, con conseguente deposizione di sedimenti limoso-sabbiosi, di colore brunoastro.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico il rilievo eseguito nell'area in esame e nell'immediato intorno ha consentito di delineare la natura e l'assetto dei litotipi affioranti che sono rappresentati prevalentemente da calcareniti quaternarie che ricoprono una successione di terreni argillosi, argilloso-marnosi e pelitico-arenacei afferenti al Miocene e al Pliocene.

La dominante morfologia della regione è costituita da una serie di terrazzi marini: si tratta di superfici sub-pianeggianti tabulari, modellate dal mare nel Pleistocene medio e superiore e separate da gradini morfologici, con quote che dall'attuale livello del mare raggiungono in modo irregolare altitudini superiori ai 100 metri.

I depositi di maggiore estensione areale sono caratterizzati da una Calcarenite di Marsala del Pleistocene inferiore, costituita da sabbie, argille e calcari detritico-organogeni, con giacitura sub-orizzontale. Gli spessori variano da qualche metro a diverse decine di metri. Nel Pleistocene medio e superiore la combinazione tra tettonica e glacio-eustatismo determina la formazione di una gradinata di terrazzi marini, a luoghi ricoperti da un sottile deposito calcarenitico. Le calcareniti pleistoceniche poggiano, in discordanza, su depositi prevalentemente pelitici di età mio-pliocenica.

I dati acquisiti attraverso il rilevamento geologico di superficie e le conoscenze desunte dalla letteratura geologica più recente (Bommarito S., D'Angelo U. e Vernuccio S. 1988; D'Angelo U. e Vernuccio S. 1994) hanno permesso di riconoscere, nel territorio comunale, la presenza di una estesa formazione calcarenitica nota come "Calcarenite di Marsala" del Pleistocene inf.. Questa è costituita da sabbie variamente cementate, i cui spessori variano da qualche metro a diverse decine di metri e poggia in discordanza su depositi prevalentemente pelitici di età mio-pliocenica.

La “Calcarenite di Marsala” risulta modellata secondo terrazzi marini quaternari sui quali si è spesso depositato un sottile livello sabbioso che, a seguito dei processi diagenetici, ha dato luogo ad un livello di consistente resistenza. In base alle caratteristiche litotecniche la “Calcarenite di Marsala” e tale livello sabbioso possono essere riuniti in un unico complesso calcarenitico-sabbioso. A copertura di quest’ultimo sono presenti nelle aree costiere depositi recenti ed attuali costituiti da limi, terre nere e fondi palustri, oltre che di sabbie e dune, ed in ultimo da terreni di riporto.

Sotto il profilo tettonico-strutturale non sono presenti nella zona di Marsala strutture significative. I depositi quaternari, infatti, presentano una giacitura sub-orizzontale, avendo subito gli effetti della tettonica post-siciliana di lento sollevamento che ha contribuito a determinare la formazione della gradinata di terrazzi marini nell’abitato di Marsala.

LA SEQUENZA LITOLOGICA

Come sopra accennato, nell’area di Marsala la sequenza dei terreni dal basso verso l’alto, è data da:

Complesso calcarenitico-sabbioso (“Calcarenite di Marsala”, calcareniti e sabbie)
(Pleistocene)

La “Calcarenite di Marsala” occupa la porzione settentrionale del territorio comunale e con spessori variabili ricopre in discordanza i terreni più antichi.

Si tratta di calcareniti costituite da clasti prevalentemente carbonatici, monometrici, a luoghi con rilevante presenza di clasti quarzosi, al punto da essere classificabile come una “litarenite”, stratificate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a qualche decimetro

ed in banchi. Tale successione calcarenitica presenta una geometria monoclinale con valori di pendenza moderati (circa 10°), legati essenzialmente ai meccanismi deposizionali, e con immersione verso i quadranti occidentali e sud-occidentali, in relazione all'ubicazione della linea di costa del Siciliano e dell'area di alimentazione del bacino. Agli stessi meccanismi deposizionali è legata l'estrema variabilità verticale ed orizzontale delle caratteristiche litologiche e granulometriche della calcarenite; essa, infatti, a luoghi è caratterizzata dalla presenza di lenti e/o livelli sabbiosi e sabbioso-limosi intercalate a livelli calcarenitici fortemente cementati a struttura massiva.

La porzione inferiore si presenta scarsamente cementata, di colore variabile dal bianco al giallo e al rossiccio, con lenti sabbioso-argillose, mentre quella superiore è più compatta, spesso ben cementata, di colore generalmente chiaro. Lo scheletro è quasi sempre costituito da litoclastiti, a luoghi da bioclasti, ad alto indice di arrotondamento, di dimensioni intorno al millimetro, ben classati; solo raramente si è notata la presenza di ciottoli poligenici eterometrici, di dimensioni ruditiche. La presenza di granuli di dimensioni maggiori si riscontra con più frequenza in corrispondenza della sua porzione basale. Generalmente la litificazione del sedimento, a volte anche notevolmente spinta, è favorita dalla costipazione dei granuli. Il cemento, ove presente, è costituito da calcite spatica. La presenza di matrice, sempre argillosa, risulta solo episodica e comunque trascurabile.

Gli spessori della "Calcarenite di Marsala" raggiungono le decine di metri in corrispondenza del settore centro-settentrionale del territorio mentre si assottigliano verso sud.

La base della formazione è caratterizzata da depositi di mare basso, a luoghi rappresentati da un conglomerato che indica la chiara natura trasgressiva di questi sedimenti; la sedimentazione nell'ambito della sequenza calcarenitica evolve verso facies circalitorali e si interrompe a causa di una generale emersione che prelude ad una lunga fase di continentalità nota come "Regressione Romana". Le evidenze di questa fase sono rappresentate dalla presenza di un paleosuolo costituito da litosuoli e terra rossa,

caratterizzato da un abbondante scheletro e da una tessitura argilloso-sabbiosa, povero di sostanza aorganica. Tale paleosuolo che spesso ricopre la “Calcarenite di Marsala”, è rappresentato da spessori limitati che raggiungono al massimo m 1.5.

In ambito comunale la “Calcarenite di Marsala” passa superiormente ai depositi terrazzati tirreniani.

I *depositi tirreniani*, le cui piattaforme di abrasione sono legate al generale innalzamento delle terre, combinandosi all'alternarsi di fasi glaciali e interglaciali, sono caratterizzati da clastiti detritico-organogene, variamente cementate, a grana grossolana, a struttura vacuolare e a durezza variabile.

La stratificazione è in banchi e bancate, a volte di tipo incrociato; la giacitura è sub-orizzontale con immersione generalmente verso costa.

Tali banchi e bancate si risolvono probabilmente in un sistema di terrazzi debolmente sfasati l'uno rispetto all'altro e nello stesso tempo fortemente disturbati dai cedimenti che hanno investito i gessi del Miocene superiore.

Nella sezione verticale sono riscontrabili alternanze di strati più cementati con altri molto teneri e friabili, ricche di faune tirreniane abbastanza tipiche dei bassifondi calcarenitici (zona sub-litorale).

Il deposito è costituito per il 60% da minuti frammenti fossili a guscio calcareo e per la parte rimanente da una matrice, essenzialmente carbonatica, che ingloba minuti elementi detritici.

Raramente si rinvencono lenti argillo-sabbiose.

In relazione al differente grado di cementazione la roccia spesso risulta molto compatta ed omogenea altre volte si presenta piuttosto tenera e spugnosa, a tratti incoerente, tanto da venire attaccata facilmente dagli agenti atmosferici. Lo spessore del complesso biocalcarenitico varia da poco meno di un metro a un massimo di 15 m circa.

Sabbie costiere, dune, barre, limi, terre nere e fondi palustri

(Recente ed Attuale)

Depositi sabbiosi si rinvengono lungo il litorale sud di Marsala. Si tratta di spiagge caratterizzate da sabbie molto fini.

In corrispondenza, invece, del litorale nord di Marsala si rinvengono prevalentemente depositi palustri di modesto spessore, non più di 2-3 metri, consistenti in limi e più raramente, sabbie e terre nere.

GEOLOGIA DEI COLLETTORI

Nel presente paragrafo si descrivono in dettaglio i caratteri geologici dei terreni interessati dalla realizzazione dei collettori fognanti, desunti e interpretati sulla base di quanto acquisito con il rilievo di superficie, nonché di quanto acquisito relativamente a stratigrafie disponibili di alcuni sondaggi meccanici eseguiti in precedenza in prossimità dei tracciati dei collettori per altri scopi.

Al fine di illustrare graficamente l'assetto geologico dei terreni interessati dagli scavi per la messa in opera del collettore fognario sono stati elaborati i profili geologici riportati nella Tav. n° 1B.6 e Tav. n° 1B.7.

I TERRENI PRESENTI NELLE AREE INTERESSATE DAI COLLETTORI

Sulla base di quanto acquisito con le indagini, i terreni che verranno interessati dagli scavi per la realizzazione dell'opera in progetto sono costituiti da:

Terreno di riporto (TR)

Si tratta di blocchi e frammenti lapidei eterometrici misti a sabbia e sabbia grossa, costituenti il sottofondo e la sovrastante pavimentazione stradale, presenti lungo le strade interessate dagli scavi per la messa in opera dei collettori fognanti. Tali terreni, presenti praticamente sull'intero sviluppo della condotta hanno spessori compresi tra m 0,40 e m 0,70.

Complesso calcarenitico-sabbioso

Con il termine Complesso calcarenitico-sabbioso si intende l'insieme dei depositi calcarenitici del Pleistocene inf., già descritti al paragrafo precedente con il nome di "*Calcarenite di Marsala*", e di quelli più recenti del Pleistocene medio e superiore che costituiscono la copertura di una parte dei terrazzi marini presenti nel territorio "*terrazzo tirreniano*". Tale complesso calcarenitico-sabbioso comprende una grande varietà di rocce, ciascuna con differenti caratteristiche fisiche e macrostrutturali e con comportamento meccanico da quello tipico dei materiali incoerenti a quello di rocce lapidee fortemente cementate. Si hanno, pertanto, calcareniti a grana da fine a grossolana con cemento calcareo uniformemente distribuito o con grado di cementazione variabile, passando dalle calcareniti debolmente cementate, friabili e disgregabili con azione meccanica di modesta entità, alle calcareniti fortemente cementate; tali calcareniti sono in genere a giacitura sub-orizzontale, a struttura massiva o in banchi e strati e spesso con intercalati livelli sabbioso-limosi e sabbie limose contenenti noduli calcarenitici o talora sottili livelli calcarenitici ben cementati; sono presenti talvolta prevalenti noduli calcarenitici ben cementati di forma irregolare e dimensioni centimetriche con spazi internodulari occupati da sabbie.

Ai fini del presente studio, nell'ambito dei terreni appartenenti al complesso calcarenitico-sabbioso è stata fatta una distinzione in base al grado di cementazione della calcarenite. Gli elementi distinti presentano spessori estremamente variabili, compresi tra alcuni decimetri a diversi metri, e sono caratterizzati da passaggi continui in alternanza in senso verticale, mentre lateralmente fanno passaggio l'uno all'altro con rapporti di intergitazione; essi sono:

- Calcarenite debolmente cementata (CLD)

Si tratta di calcarenite di colore biancastro, a grana medio-fine, talora a struttura nodulare, e calcirudite, in genere debolmente cementata, con struttura in strati sottili e giacitura sub-orizzontale, talora con sedimentazione incrociata e intervalli lenticolari di sabbia o calcarenite ben cementata di spessore pari a qualche decimetro al massimo. Localmente sono rappresentativi dei depositi terrazzati tirreniani e si presentano alterati nella parte superficiale.

- Calcarenite mediamente cementata (CLM)

Si tratta di calcarenite organogena, talora nodulare, mediamente cementata, di colore biancastro, giallastro ed ocra, a grana media e fina, a struttura massiva e compatta o in strati e banchi a giacitura sub-orizzontale, talora con stratificazione incrociata e con sottili livelli lenticolari sabbiosi. Localmente nella parte superficiale sono presenti livelli lenticolari di calcarenite bioclastica di colore biancastro e giallastro a grana da fine a media, e calcirudite fortemente cementata, a struttura massiva o stratificata, a giacitura sub-orizzontale, talora con intercalati sottili livelli sabbioso-limosi. La percentuale di livelli di calcarenite fortemente cementata da quanto osservato lungo i fronti delle cave a cielo aperto è stata stimata intorno al 10%.

DESCRIZIONE GEOLOGICA DEI TRACCIATI

Nel presente paragrafo si descrivono sinteticamente le caratteristiche geologiche dei terreni presenti lungo i tracciati dei collettori fognanti, rappresentate graficamente nel profilo geologico (Tav. 1B.6 e Tav. 1B.7).

Come si osserva dai profili geologici (vedi Tav. n° 1B.6 – 1B.7), i collettori si trovano tra le quote comprese tra 9,30 m e 22,00 m s.l.m. e presentano una profondità di scavo compresa tra 1,60 m e 2,20 m; essi sono costituiti da uno strato superficiale di terreni di riporto (TR), di spessore pari a circa 0,40 – 0,70 m, e da uno strato sottostante rappresentato da terreni di natura calcarenitica.

In particolare si osserva la presenza di calcareniti debolmente cementate CLD fino ad una profondità di circa 4 m dal piano stradale, con intercalati rari livelli lenticolari di calcareniti mediamente cementate CLM e fortemente cementate CLF.

Relativamente a questi collettori, è opportuno segnalare la presenza possibile nel sottosuolo di cavità artificiali realizzate in seguito ad antiche attività estrattive da cava. Tale ipotesi è supportata dalle caratteristiche geomorfologiche dei luoghi. La presenza, infatti, di cave a fossa in aree limitrofe al tracciato, nonché la presenza accertata di cavità sotterranee, in aree limitrofe a quelle interessate dal progetto, fanno sì che non è da escludere la presenza di cavità sotterranee poste al di sotto degli scavi da realizzare.

Per quanto sopra, si ritiene opportuno eseguire in tale aree una campagna di indagini in sito, per la verifica della presenza di eventuali cavità, mediante l'esecuzione di sondaggi meccanici a distruzione di nucleo, da effettuare preventivamente all'inizio dei lavori di scavo.

ASPETTI IDROGEOLOGICI

L'area in esame è caratterizzata da una idrografia superficiale quasi assente e da una circolazione idrica sotterranea che interessa i terreni appartenenti al complesso calcarenitico sabbioso. La facies calcarenitico-sabbiosa risulta essere una litologia permeabile per porosità primaria e subordinatamente secondaria; questa variabilità dipende dal diverso diametro dei granuli, dalla forma degli stessi nonché dagli spazi intergranulari che rimangono non riempiti da cemento carbonatico.

La circolazione idrica del sottosuolo è legata alle caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti; pertanto, nell'area in esame si possono individuare due complessi di seguito descritti.

Complesso calcarenitico-sabbioso

Il complesso comprende i depositi calcarenitico-sabbiosi pleistocenici che formano la grande spianata dell'area compresa tra Marsala e Mazara del Vallo. Le successioni calcarenitico-sabbiose presentano elevata permeabilità per porosità, sebbene variabile in relazione alla granulometria, alla classazione e al grado di cementazione.

Il coefficiente di permeabilità è caratterizzato da valori compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} m/sec, in relazione alla presenza di frazioni più o meno abbondanti di silt e limi all'interno delle successioni calcarenitiche. La falda freatica si localizza a piccola profondità dal p.c. nelle zone costiere, e tende ad approfondirsi man mano che si procede verso l'interno.

Lungo il tracciato dei collettori in progetto fino alle profondità interessate dagli scavi per la posa dei collettori non si prevedono interferenze con la falda idrica, che si localizza in prossimità del livello del mare.

Complesso argilloso-sabbioso

Il complesso è costituito dalle argille sabbiose, siltose con lenti di sabbia appartenenti alla Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice.

I terreni sopra descritti presentano in generale permeabilità molto bassa o nulla ed hanno il ruolo di limitare in basso la circolazione idrica che si esplica nell'acquifero calcarenitico soprastante.

LA FALDA IDRICA NELL'AREA DI MARSALA

Da quanto fin qui esposto si evince che l'acquifero calcarenitico-sabbioso è quello che nella zona riveste maggiore importanza. Esso è sede di una falda idrica generalmente poco profonda e continua. I sottili livelli argillosi contenuti talora nelle sequenze calcarenitiche costituiscono soltanto dei limitatissimi orizzonti impermeabili e non sono in grado di modificare il generale comportamento permeabile del *complesso*.

Nell'area in studio, quindi, l'acquifero principale è quello rappresentato dai terreni appartenenti al complesso calcarenitico-sabbioso, il più esteso arealmente e con spessori elevati, dell'ordine delle diverse decine di metri.

Come esposto in precedenza, l'acquifero poggia su un substrato argilloso che funge da limite di permeabilità definito; le incisioni dei fiumi e dei torrenti che solcano la piana mettono a nudo il substrato argilloso e suddividono la coltre permeabile calcarenitica in compartimenti idrogeologicamente indipendenti.

La potenzialità della falda idrica, pertanto, è strettamente connessa con l'estensione dei singoli compartimenti calcarenitici, con il loro spessore e con le possibilità di alimentazione laterale, generalmente molto ridotta, rappresentata dalle eventuali infiltrazioni delle subalvee dei principali corsi d'acqua; naturalmente sulla potenzialità idrica incidono negativamente gli afflussi meteorici locali modesti, dai quali è quasi esclusivamente alimentato l'acquifero calcarenitico, e le elevate temperature medie annue che favoriscono l'evapotraspirazione.

CONDIZIONI DI VULNERABILITA' DELLA FALDA IDRICA

La vulnerabilità di un acquifero può essere definita come la capacità, o attitudine naturale di un acquifero, a sopportare gli effetti dovuti all'attività antropica. Essa dipende in primo luogo dalle caratteristiche fisiche peculiari dell'acquifero, dai termini litologici che lo compongono, dai loro rapporti giacaturali, dal grado di fratturazione, dal grado di permeabilità.

Tali considerazioni, unitamente alla conoscenza del livello piezometrico e delle modalità di circolazione idrica sotterranee, permettono di identificare per ogni singolo acquifero un particolare grado di vulnerabilità.

La presenza di produttori reali o potenziali, di preventori o riduttori, di vie preferenziali di inquinamento mettono in evidenza la pericolosità cui, in linea generale, sono soggette le falde idriche.

L'acquifero nell'area studiata è costituito come innanzi detto da un complesso di depositi di natura calcarenitica e calcarenitico-sabbiosa. Si tratta di un ammasso roccioso piuttosto uniforme, talora massivo, talora stratificato e fessurato. La permeabilità, principalmente per porosità, è in genere medio-alta. La falda idrica si localizza a profondità in genere poco elevata rispetto al p.c., tendente ad aumentare man mano che si procede verso l'interno dell'area. Il substrato come detto in precedenza, è costituito dalle formazioni argillose impermeabili.

Il grado di vulnerabilità della falda, complessivamente, risulta elevato, per tutta una serie di fattori quali le caratteristiche intrinseche dell'acquifero calcarenitico (porosità elevata, elevata trasmissività, assenza di coperture impermeabili), per la profondità relativamente modesta alla quale si trova il pelo libero della falda, per la presenza, in tutta la piana calcarenitica, di innumerevoli insediamenti abitativi ed agricoli in gran parte privi di allacciamento alla rete fognante o di idonei impianti di smaltimento dei reflui e per la presenza di moltissimi pozzi privati ad uso domestico ed irriguo.

Per tutti questi motivi un inquinante può raggiungere facilmente la falda idrica diffondendosi velocemente nella stessa, compromettendone la qualità.

Si tratta, pertanto, in ragione della diversa soggiacenza della falda freatica, di terreni a “*vulnerabilità elevata*” per la parte ricadente nei depositi terrazzati tirreniani e di terreni a “*vulnerabilità alta*” per la parte di territorio compreso nella Calcarenite di Marsala.

CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE

Di seguito si illustrano le caratteristiche tecniche dei terreni affioranti, basando la caratterizzazione su prove e misure eseguite nel terreno in esame.

TERRENI DI COPERTURA

Terreno di Riporto (spessore 0.4-0.7 m)

Si tratta di blocchi e frammenti lapidei eterometrici misti a sabbia e sabbia grossa, costituenti il sottofondo e la sovrastante pavimentazione stradale, presenti lungo le strade interessate dagli scavi per la messa in opera dei collettori. Tali terreni, presenti praticamente sull'intero sviluppo della condotta hanno spessori compresi tra m 0.4 e m 0.7 .

I parametri geotecnici tipo sono:

- peso di volume $\gamma = 1.7-1.8 \text{ t/mc}$;
- coesione drenata $c' = 0.0$
- angolo di attrito interno $\phi' = 25-30^\circ$

SUBSTRATO

complesso calcarenitico-sabbioso

Comprende una grande varietà di rocce ciascuna con differenti caratteristiche fisiche e macrostrutturali e con comportamento meccanico da quello tipico dei materiali incoerenti a quello delle rocce lapidee fortemente cementate.

Sulla base di tali indicazioni, allo scopo di osservare direttamente i terreni e di accertarne i rapporti stratigrafici, sono stati ispezionati diversi tagli artificiali situati nell'immediato intorno.

Relativamente alla caratterizzazione fisica e meccanica va detto, invece, che nel corso dei sopralluoghi non sono stati prelevati campioni indisturbati sui quali eseguire la sperimentazione di laboratorio, pertanto nel seguito, si procederà ad una stima sulla base dell'osservazione delle caratteristiche litologiche dei litotipi ivi affioranti e sui risultati di prove eseguite su campioni di analoga facies.

I parametri meccanici tipo che caratterizzano questi terreni sono:

Calcarenite di Marsala

- peso di volume (γ) 1.9-2.0. t/mc
- resistenza allo schiacciamento dei singoli blocchi (σ_s), 40-80 kg/cmq con punte di 100-200 kg/cmq
- coesione (c') 0.5-1.0 t/mq
- angolo di attrito interno (ϕ') 35°-40°.

Gli ultimi due parametri, estremamente cautelativi, sono legati al modesto grado di cementazione, al quadro fessurativo e alla presenza di soluzioni di continuità presenti nel litotipo.

LA PROBLEMATICHE DELLE CAVE

Come già accennato in precedenza, la Calcarenite di Marsala viene da tempo cavata per ricavarne conci di tufo, per cui nel territorio si osserva la diffusa presenza di cave a cielo aperto, realizzate a fossa e delimitate da alte pareti verticali, e cave in sotterraneo, realizzate a camere e pilastri con forme in pianta varie e irregolari. La maggior parte di tali cave sono oggi inattive.

Non si hanno, allo stato attuale, dati certi sulla effettiva ubicazione delle cavità ipogee sia in termini areali che di profondità; esse, comunque, rappresentano un elemento di rischio per le condizioni di stabilità del territorio, dipendendo queste ultime da molteplici fattori quali le dimensioni dei vuoti, lo stato dei pilastri lasciati a sostegno delle volte, lo spessore di terreno a copertura delle cavità.

In effetti le condizioni di pericolo sono già note per fenomeni di dissesto verificatisi in passato lungo sedi viarie o in aree abitate (es. Timpone dell'Oro). Tali dissesti sono il più delle volte legati allo stato di progressivo deterioramento dei pilastri, spesso interessati da lesioni sub-verticali.

In un tale contesto è facilmente intuibile capire come la presenza di cavità nel sottosuolo costituisca un elemento di pericolo per le condizioni di stabilità del territorio, specie se messo in relazione allo scavo da eseguire per la messa in opera della fognatura.

Ai fini di garantire le piene condizioni di stabilità delle aree individuate a rischio, si ritiene, pertanto, indispensabile, preliminarmente alla realizzazione dell'opera, individuare con certezza, a mezzo di indagini di dettaglio, la presenza o meno di cavità ipogee ed il loro posizionamento rispetto al tracciato fognario.

Il programma di tali indagini che viene formulato sin da ora, potrà svilupparsi, una volta appaltati i lavori, a cura dell'impresa appaltatrice; esso prevede l'esecuzione di n. 10 sondaggi meccanici a distruzione di nucleo, con profondità che vanno dai 10 m ai 15 m, ubicati nelle aree a rischio lungo il tracciato dei collettori interessati.

In particolare i sondaggi saranno eseguiti nelle seguenti vie (vedi Tav. 1B.5):

- N°3 sondaggi in Via Omodei;
- N°2 sondaggi in Via Pascasino;
- N°1 sondaggio in Via Mentana;
- N°1 sondaggio in Via Bezzecca;
- N°2 sondaggi in Via Aspromonte;
- N°1 sondaggio in Via Messina.

Nel caso in cui le perforazioni a distruzione di nucleo dovessero accertare la presenza di cavità bisognerà prevedere l'esecuzione di eventuali perforazioni a largo diametro tale da consentire l'ispezione diretta di tali cavità e la valutazione degli opportuni interventi di consolidamento.

CONSIDERAZIONI SULLE MODALITA' DI SCAVO

La messa in opera dei collettori non comporta particolari problemi di stabilità degli scavi in quanto questi ultimi sono sempre limitati e raggiungono profondità di circa 2,20 m ed ancora perché il complesso calcarenitico-sabbioso presenta in genere caratteristiche tecniche da buone a discrete. Comunque, si ritiene opportuno prevedere la loro chiusura in tempi brevi e localmente sostegni delle pareti per la sicurezza degli operatori, laddove i terreni presentano particolari caratteristiche scadenti e soprattutto, dove si hanno elevati spessori di riporto e/o le calcareniti si presentano debolmente cementate e friabili in relazione anche a fenomeni di alterazione superficiale.

Circa le modalità di scavo si potrà utilizzare l'uso abbinato dell'escavatore a cucchiaio rovescio e del martellone demolitore, tenuto conto della estrema variabilità del grado di cementazione del complesso calcarenitico-sabbioso per cui si passa da rocce sciolte e debolmente cementate a rocce da mediamente a fortemente cementate, talora con caratteri di roccia lapidea.

CONCLUSIONI

Lo studio geologico condotto unitamente alle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e litotecnico ha permesso di delineare un quadro chiaro e dettagliato dell'area investigata, fornendo, inoltre, tutte le informazioni necessarie ai fini della classificazione tecnica dei terreni in progetto.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in esame ricade all'interno di un'ampia pianura priva di dissesti in atto o quiescenti. Le pendenze topografiche si mantengono entro limiti tollerabili e le variazioni di quota si sviluppano con sufficiente gradualità.

Nell'immediato intorno la monotonia della piana è interrotta dalla presenza di cave a fossa, lungo cui i fronti sono talora visibili punti di accesso a cave in sotterraneo.

In affioramento il litotipo predominante è rappresentato dalla facies calcarenitica di ambiente circalitorale (*Calcarenite di Marsala*); il complesso calcarenitico localmente è preceduto da una modesta fascia di alterazione sabbioso-limosa di colore bruno-rossastro, ricca di frustoli vegetali e di microrganismi.

Dal punto di vista idrogeologico presenta una discreta permeabilità primaria e subordinatamente secondaria ($k = 10^{-1}-10^{-3}$ cm/sec) che le consente in caso di pioggia di forte intensità e breve durata di allontanare rapidamente le acque di ruscellamento superficiale, evitando ogni forma di ristagno superficiale.

L'acqua piovana, trattandosi di terreni con grado di permeabilità medio alta una volta caduta su queste rocce, tende a defluire liberamente attraverso gli innumerevoli pori e micropori dando luogo ad una falda a pelo libero, avente direzione di flusso prevalentemente N-S.

Inoltre, in base al decreto presidenziale del 27/03/2007 (G.U.R.S. n°29 del

29/06/2007) sul piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – “Area territoriale tra il bacino idrografico del fiume Birgi ed il bacino idrografico del fiume Mazzaro (052)”, l'area in oggetto non rientra tra le aree a rischio idrogeologico e come tale non risulta inserita fra le aree a rischio tipo R3 ed R4, mentre per quanto riguarda la Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico, un tratto della condotta fognante nera si trova al limite dell'area raffigurata dai Siti di Attenzione, per cui è possibile asserire che la zona oggetto di intervento rientra tra le aree di pericolosità del rischio geomorfologico.

Sulla scorta delle informazioni acquisite la calcarenite è da considerare un terreno dotato di discrete caratteristiche meccaniche e da buone caratteristiche portanti.

Il lavoro fin qui eseguito ha portato alla conclusione che per quanto riguarda l'aspetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e litotecnico, l'area individuata per la realizzazione della condotta non presenta elementi che possano precludere la realizzazione della stessa, salvo il caso in cui le perforazioni a distruzione di nucleo dovessero accertare la presenza di cavità; a questo punto bisognerà prevedere l'esecuzione di perforazioni a largo diametro tale da consentire l'ispezione diretta di tali cavità e la valutazione degli opportuni interventi di consolidamento.

Marsala lì,

Dott.ssa Geol. Giuseppa Angileri