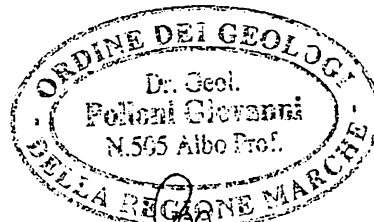


ALLEGATO 8

RELAZIONE GEOLOGICA

| | | | |
|---------|---|--------------------|---------------|
| Aquater | CLIENTE SNAMPROGETTI S.p.A. | COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| | LOCALITÀ FARO SUPERIORE (MESSINA) | REL. 3020-3606AR | |
| | PROGETTO POTENZIAMENTO CENTRALE DI MESSINA | Fg. 1 di 24 | Rev. 0 |

SNAM RETE GAS
POTENZIAMENTO CENTRALE DI MESSINA
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA



[Handwritten signature]

| | | | | |
|--------------|---------------------------------------|------|----------|-------|
| Snamprogetti | Commessa 661700 SPC. n. CA-E-10200 | Rev. | Data | Visto |
| | | 0 | | |
| | | 1 | 22/01/04 | |

EMESSO PER EPC.

| | | | | | |
|------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|
| 0 | Emissione | Confalone | Poloni | Costa | 29/10/2003 |
| Rev. | Descrizione | Elaborato | Verificato | Approvato | Data |

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 2 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 1.1 | Normativa di riferimento | 4 |
| 1.2 | Sistemi di qualità | 5 |
| 2 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | 6 |
| 3 | INDAGINE GEOGNOSTICA | 10 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA | 12 |
| 3.1 | Area impianti: schema stratigrafico e geotecnico di calcolo | 13 |
| 3.2 | Versante meridionale: schema stratigrafico e geotecnico di calcolo | 16 |
| 3.3 | Superficie piezometrica | 17 |
| 5 | STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DEI FRONTI DI SCAVO | 18 |
| 5.1 | Pendii naturali | 18 |
| 5.2 | Scarpate artificiali | 20 |
| 6 | SISMICITÀ | 22 |
| 7 | CONCLUSIONI | 23 |
| 8 | RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI | 24 |

ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO I** : Stratigrafie dei pozzetti esplorativi.
ALLEGATO II : Stratigrafie dei sondaggi geognostici (Centro-Idro-Geotecnico Dr. Roberto Di Vita di Vittoria, RG).

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 3 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

1 PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico di Snamprogetti S.p.A., fornisce le principali indicazioni sui caratteri geologici, geomorfologici e sismici, dell'area interessata dal potenziamento della Centrale Snam Rete Gas di Messina; le strutture in progetto sono tutte situate all'interno dell'attuale recinzione della Centrale.

La Centrale Snam Rete Gas di Messina è ubicata nei pressi della località Faro Superiore. Con riferimento alla cartografia I.G.M. a scala 1:25 000, l'area in oggetto risulta ubicata nella tavoletta Ganzirri F° 254 - IV - N.E. tra le località Carbonaro, Corso e Faro Superiore (vedi Figura 1).

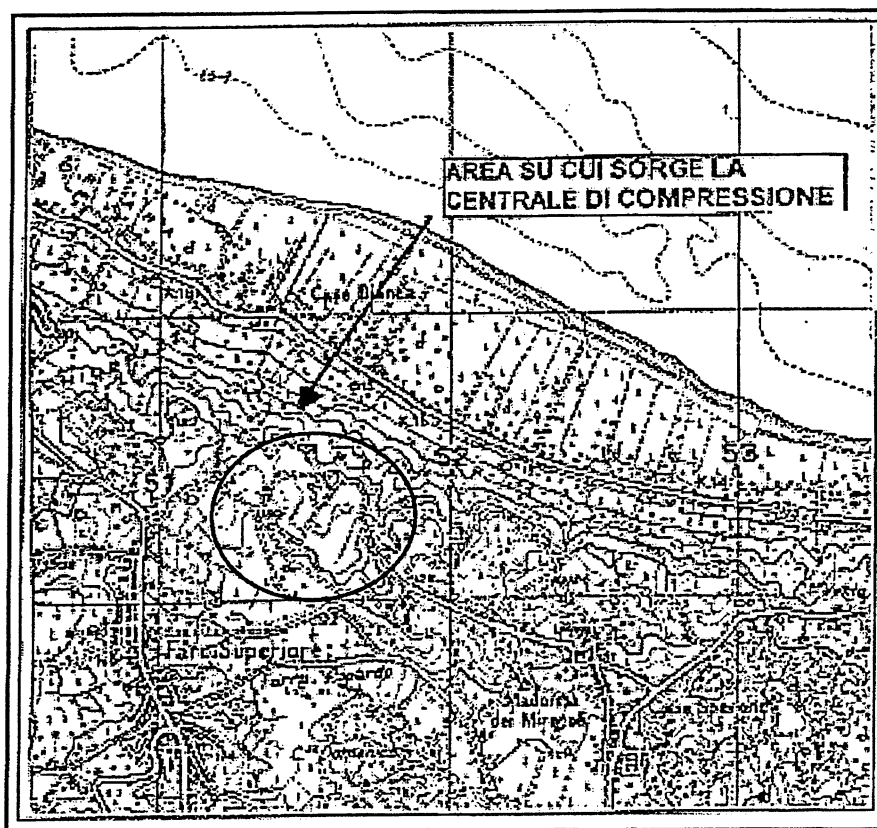


Figura 1 – Stralcio della tavoletta I.G.M. Ganzirri F° 254 - IV - N.E. (scala 1:25 000), con riportata l'area della Centrale.

Facendo riferimento alla Carta Tecnica Regionale a scala 1:10 000, l'area in studio è inserita nel foglio CTR 588120 (vedi Figura 2).

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITA INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 4 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

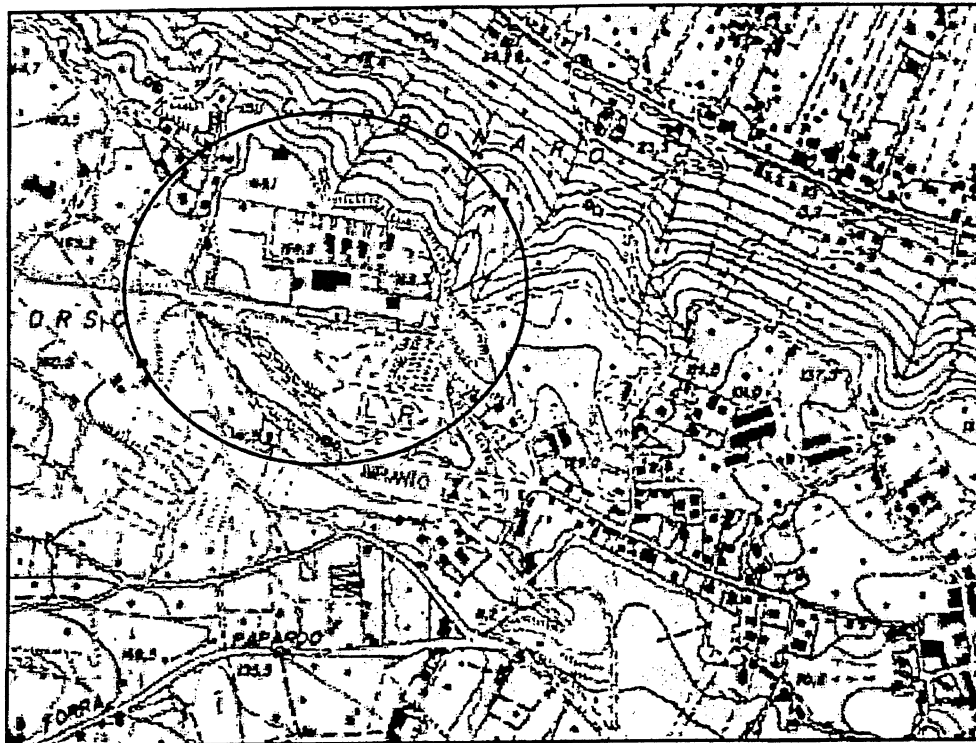


Figura 2 – Stralcio del foglio CTR 588120 (scala 1:10 000), con riportata l'area della Centrale.

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti disegni forniti dal Cliente:

- Snamprogetti – *Snam Rete Gas, Importazione dalla Libia, Potenziamento Centrali Transmed, Piano Quotato Centrale di Compressione Gas di Messina – DIS. Rev.0 del 23/10/02.*
- Snamprogetti – *Snam Rete Gas, Potenziamento Centrale di Messina, Planimetria Generale Opere Civili, Stato di Progetto – DIS. N.20-CB-A-13952 Rev.3 del 16-06-03, commessa 659120 unità N.20.*

1.1 Normativa di riferimento

Nella redazione della presente relazione è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica italiana, ed in particolare, le seguenti disposizioni:

- **Allegato alla Legge del 25/11/1962 n. 1684 (modificato ed integrato con i successivi Decreti Ministeriali)**
Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria.
- **Legge 4 Agosto 1984 n.464**
Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 5 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

- dell'artigianato, di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.
- **Decreto del Ministro dei LL.PP. del 11/3/1988**
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
 - **Circolare del Ministro dei LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988**
Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
 - **Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3**
Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.
 - **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003**
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (G.U. n. 105 del 8.5.2003).
 - **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 2 ottobre 2003**
Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica». (Gazzetta Ufficiale N. 236 del 10 Ottobre 2003).

1.2 Sistemi di qualità

La società Aquater S.p.A. adotta un Sistema di Qualità aziendale a cui si fa riferimento in ogni fase di produzione.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fig. 6 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in studio è situata alla sommità della falesia, che borda la costa siciliana nel tratto tirrenico immediatamente ad ovest di Capo Peloro. Il bordo della falesia risulta rialzato di circa 130-190 m rispetto alle quote della sottostante area costiera, di dimensioni molto ridotte. In cima alla falesia la morfologia è di tipo collinare: essa è dovuta all'azione erosiva delle acque superficiali, che hanno modellato questa area, in seguito al suo innalzamento.

La Centrale Snam Rete Gas di Messina è situata alla sommità di uno di questi rilievi collinari. In particolare, l'area interessata dal potenziamento della Centrale (che è interamente situata all'interno dell'attuale recinzione della stessa) si sviluppa nella sua parte meridionale, principalmente in aree già parzialmente occupate da strutture esistenti e con morfologia pianeggiante; il progetto prevede anche l'ampliamento dell'area della Centrale verso il versante che borda a sud l'area, parzialmente suddiviso in terrazzi. Le quote variano tra i 167 m s.l.m. dell'area dove sono situati gli impianti esistenti a i circa 150-146 m s.l.m. del piede del versante della collina.

La cartografia geologica di riferimento è data dalla Carta Geologica della Provincia di Messina (2000), a scala 1:50 000, della quale si riporta uno stralcio (Figura 3).

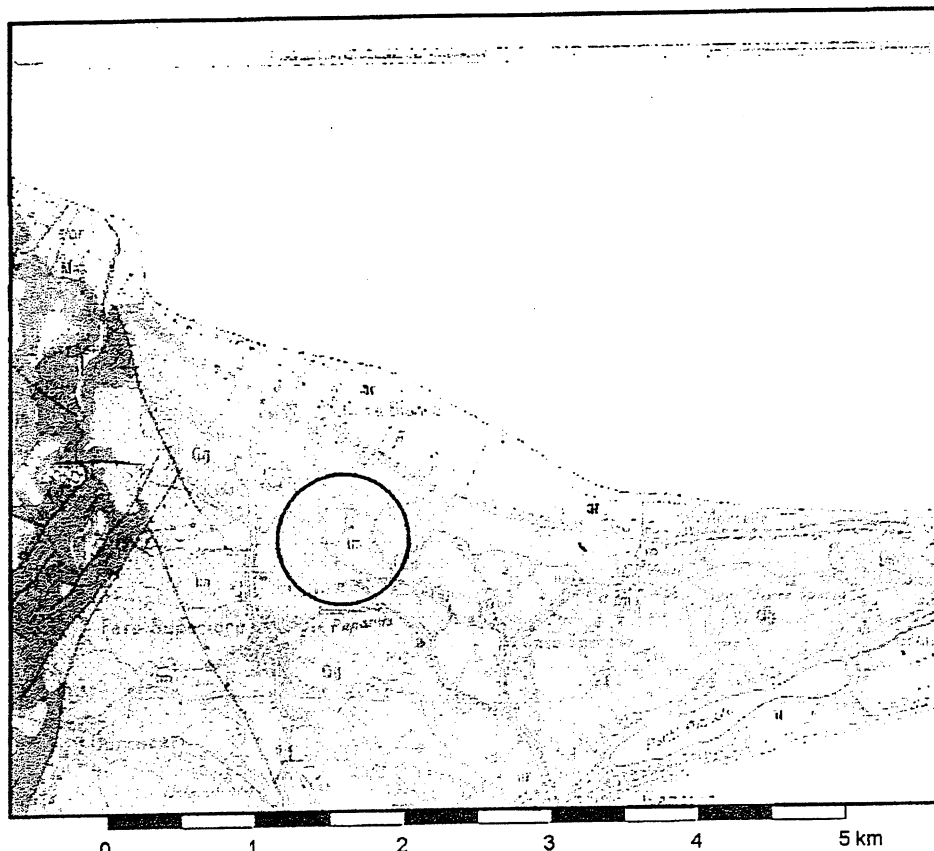


Figura 3 – Stralcio della Carta Geologica della Provincia di Messina (2000), scala grafica.

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 7 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

In base alla suddetta cartografia, l'area in studio è situata in un lembo dei Terrazzi Marini (tm) costituiti da sabbie giallo oca talora ghiaiose, da limi o cineriti rossastre e da ghiaie a ciottoli arrotondati ed appiattiti eterometrici immersi in una matrice sabbiosa, o da semplici spianate di abrasione; la stratificazione è poco evidente e lo spessore in genere relativamente modesto (Pleistocene medio-superiore). Questa formazione poggia sulla formazione più importante dell'area, e cioè le "Ghiaie e Sabbie di Messina" (Qg) che affiorano per tutta l'altezza della falesia; queste sono costituite da: sabbie, ghiaie e conglomerati fluvio-deltizi di colore grigio-giallastro o rossastro, scarsamente diagenizzati e con clinostratificazione ad alto angolo; spessore fino a 250 m (Pleistocene medio).

Riguardo l'idrologia, si evidenzia che nelle immediate vicinanze dell'area non sono presenti corsi d'acqua importanti. Il principale collettore del territorio è la F.^{ra} Papardo il cui alveo è a circa 300 m a sud dell'area in studio, e sfocia nello Ionio nei pressi della frazione di S. Agata. Per quanto riguarda le acque sotterranee, la falda superficiale è situata a diversi metri di profondità dal p.c. dell'area in studio (vedi paragrafo 4.2 Superficie piezometrica); i litotipi presenti hanno buona permeabilità.

Riguardo al contesto geologico-strutturale del territorio in studio, si ricorda che il bacino del Mediterraneo rappresenta un'area dominata da processi di convergenza litosferica, che hanno probabilmente trovato sviluppo a partire dal Mesozoico (circa 80 milioni di anni orsono), per effetto delle diverse velocità di apertura manifestatesi lungo la dorsale medio-atlantica. La maggiore velocità di apertura lungo il segmento meridionale della dorsale rispetto alla velocità del segmento settentrionale, ha indotto un'accelerazione relativa del blocco africano rispetto alla massa continentale euroasiatica, imprimendo all'Africa una rotazione antioraria e portandola a serrarsi contro l'Eurasia. Il processo di convergenza tra Africa ed Eurasia ha prodotto estesi fenomeni di subduzione nella crosta oceanica (Tetide) interposta tra le due masse continentali, fino alla sua completa scomparsa. L'attuale situazione geodinamica lascia ipotizzare che il processo di convergenza sia pervenuto a uno stadio senile di evoluzione, essendosi realizzata la collisione tra le opposte masse continentali. Tale collisione si è sviluppata attraverso una serie di eventi diacronici, per la complessa geometria degli opposti margini continentali. In conseguenza di ciò si è prodotta, lungo l'intera fascia di contatto, un'intensa disarticolazione che ha permesso la individuazione di locali microzolle, in movimento le une rispetto le altre, nonché, rispetto alle più estese masse continentali africana ed euroasiatica. Il mosaico di zolle riconoscibili nel Bacino del Mediterraneo è, quindi, il risultato della complessa interazione continentale a coronamento del lungo processo di convergenza (Villari L.).

Nella seguente Figura 4 vengono illustrati i principali Domini Strutturali del Mediterraneo Centrale.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 8 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

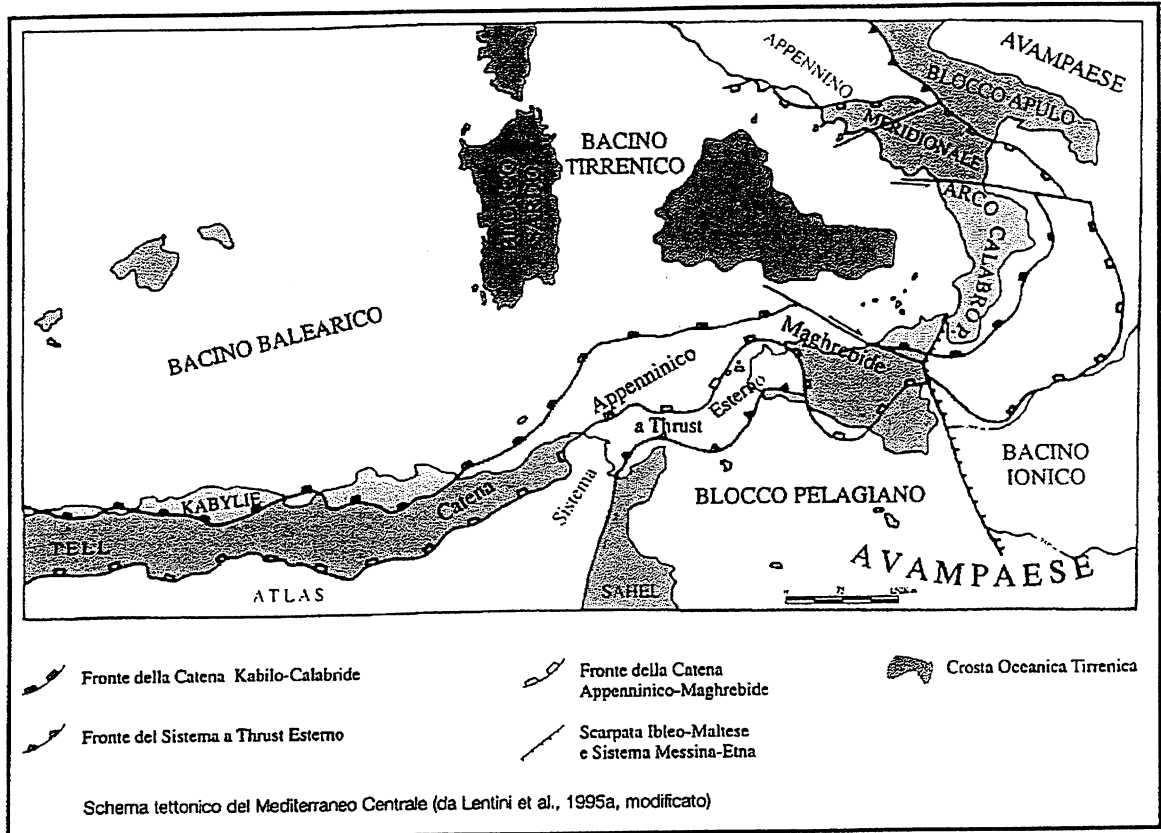


Figura 4 – Schema tettonico del Mediterraneo Centrale (da Lentini et al., 1995, modificato, in Lentini et al., 2000).

L'area in studio è inserita nel settore della Catena Kabilo-Calabride. La Catena Kabilo-Calabride è il risultato della delaminazione del margine europeo della Tetide e costituisce oggi un elemento estremamente pellicolare accavallato sulle unità maghrebidi. Originatesi a partire dall'Eocene superiore, ha subito un primo trasporto orogenico al tetto dei domini maghrebidi in concomitanza dell'apertura del Bacino Balearico-Provenzale e la rotazione del Blocco Sardo-Corso, cui era strutturalmente collegato. La saldatura tra i domini kabilo-calabridi e quelli appenninico-maghrebidi è sancita da orizzonti comuni di età burdigaliana, dopo la quale i due elementi alloctoni hanno agito come un edificio unico (Lentini et al., 2000). L'area in studio è situata in un'area, nell'ambito della Catena Kabilo-Calabride, dove affiorano le Coperture Tardorogene Post-Collisionali.

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 9 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

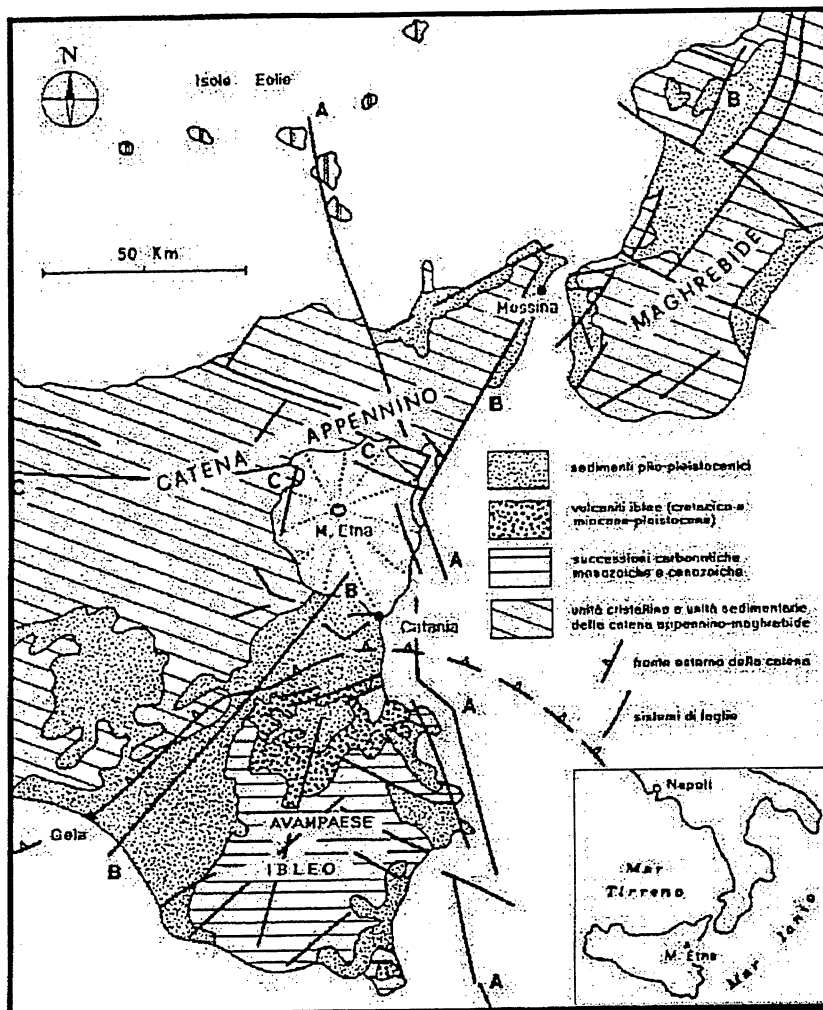


Figura 5 - Schema strutturale della Sicilia orientale (da INGV sez. Catania)

Si evidenzia, infine, che la citata Carta Geologica non riporta, nelle immediate vicinanze dell'area in studio, la presenza di faglie.

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 10 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

3 INDAGINE GEOGNOSTICA

Al fine di definire la natura stratigrafica e litologica e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, su incarico di Aquater S.p.A., tra il 9 ed il 15 settembre 2003, la ditta Centro-Idro-Geotecnico Dr. Roberto Di Vita di Vittoria (RG) ha eseguito una campagna di indagini geognostiche consistita in:

- n. 2 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 20,00 m dal p.c. attuale (identificati con le sigle S1 e S2);
- n. 2 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 15,00 m dal p.c. attuale (identificati con le sigle S3 e S4);
- n. 4 pozzetti esplorativi, scavati con escavatore e spinti fino a profondità di circa 3,00 m dal p.c. attuale (identificati con le sigle TP1-TP4).

I sondaggi sono stati realizzati nelle aree interessate dalla realizzazione degli impianti in progetto, alle seguenti quote:

S1 → 167,10 m s.l.m.,
 S2 → 167,10 m s.l.m.,
 S3 → 167,00 m s.l.m.,
 S4 → 169,50 m s.l.m..

Il sondaggio S4 è stato realizzato nella piccola area, delimitata da un muro di sostegno ed in posizione mediana nell'area della Centrale, dove attualmente è presente un traliccio dell'alta tensione Enel, e che è in posizione rialzata rispetto alle aree circostanti.

I pozzetti esplorativi sono stati realizzati lungo il versante meridionale, che borda l'attuale area impianti, nel quale il progetto di Potenziamento della Centrale prevede la realizzazione di alcuni muri in terra armata. I pozzetti sono stati realizzati alle seguenti quote:

TP1 → 161,80 m s.l.m.,
 TP2 → 166,30 m s.l.m.,
 TP3 → 152,00 m s.l.m.,
 TP4 → 161,50 m s.l.m..

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare le stratigrafie mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- eseguire n. 32 prove penetrometriche dinamiche standard (SPT), eseguite prevalentemente a punta chiusa con l'eccezione della prova eseguita nel sondaggio S2 a 6 m di profondità;
- prelevare campioni disturbati di terreno; i campioni sono stati prelevati in corrispondenza delle quote di esecuzione delle prove SPT.

Anche nel corso dello scavo dei pozzetti è stata rilevata la stratigrafia del terreno e sono stati prelevati n.2 campioni dello stesso, nel TP3 e nel TP4.

Al termine della campagna di indagini, i campioni di terreno sono stati spediti presso il laboratorio geotecnico Sieco S.p.A. di San Lorenzo in Campo (PU).

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 11 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

Le stratigrafie dei pozzetti esplorativi e dei sondaggi sono riportate, rispettivamente, nell'ALLEGATO I e nell'ALLEGATO II. Le ubicazioni delle indagini geotecniche sono riportate nella planimetria che costituisce l'ALLEGATO V della Relazione Geotecnica Aquater S.p.A. REL. 3021-3606AR Rev.0 del 31/10/2003. Per le fotografie delle cassette contenenti le carote dei sondaggi si rimanda all'ALLEGATO II sempre della Relazione Geotecnica Aquater S.p.A. REL. 3021-3606AR Rev.0 del 31/10/2003.

Al fine di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, ed in considerazione delle caratteristiche dei terreni campionati (terreni granulari non coesivi), su incarico di Aquater S.p.A., tra il 15 ed il 23 ottobre 2003, il laboratorio geotecnico Sieco S.p.A. di San Lorenzo in Campo (PU) ha eseguito, oltre alla descrizione accurata di ogni campione, le seguenti analisi geotecniche di laboratorio:

- n. 34 analisi granulometriche per setacciatura.

I certificati delle prove di laboratorio sono riportati nell'ALLEGATO IV della Relazione Geotecnica Aquater S.p.A. REL. 3021-3606AR Rev.0 del 31/10/2003.

Infine, i risultati della suddetta campagna geotecnica di riferimento sono stati anche confrontati con i risultati di altre campagne geognostiche realizzate in passato nell'area della Centrale, ed, in particolare, con quella a cui si riferiscono i seguenti rapporti:

Aquater S.p.A. (1979) – *Gasdotto Mediterraneo-Italia, Stazione di Compressione di Messina, Rapporto Geotecnico* – INSU A0399, San Lorenzo in Campo 19.10.1979.

Aquater S.p.A. (1979) – *Gasdotto Mediterraneo-Italia, Stazione di Compressione di Messina, Rapporto Geotecnico* – INSU A0424, San Lorenzo in Campo 27.11.1979.

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 12 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

4 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

In base ai risultati della campagna di indagini geotecniche eseguite, è stata definita la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area dove andranno realizzati gli impianti e le strutture previsti dal progetto di Potenziamento della Centrale. L'area interessata dal Potenziamento è attualmente solo in parte occupata da altre strutture ed è adiacente all'area dove sono situate tutte i principali impianti della Centrale; l'area di ampliamento risulta nella parte sommitale (con quote tra circa 169,70 e 167,00 m s.l.m.) della collina sulla quale giace la Centrale Snam Rete Gas.

Nell'area interessata dalla realizzazione dei nuovi impianti, al di sotto del terreno agrario, è presente un potente deposito costituito da sabbia con ghiaia (con riferimento alla classificazione granulometrica U.S.C.S. [*]), riferibile alle formazioni geologiche (del Pleistocene) delle "Ghiaie e Sabbie di Messina", di natura fluvio-deltizia, ed alle soprastanti sabbie talora ghiaiose dei Terrazzi Marini.

L'area interessata dal Potenziamento è suddivisa in due parti poste alle quote di 167 e 164 m s.l.m.; il progetto prevede anche l'ampliamento dell'area posta a quota 164 m s.l.m. verso il lato del versante che attualmente borda verso sud l'area, ed è parzialmente suddiviso in terrazzi. Per fare ciò, si prevede la realizzazione di alcuni muri in terra armata.

Nel versante meridionale, che è stato investigato con un sopralluogo tecnico e con la realizzazione di n.4 pozzetti esplorativi, è presente sempre il suddetto deposito costituito da sabbia con ghiaia sormontato, in questa zona, da uno strato superficiale di spessore variabile di terreno di riporto, costituito prevalentemente sempre dagli stessi terreni (sabbie con ghiaie) presenti nel substrato.

In base a ciò, vengono definiti n.2 diversi schemi stratigrafici e geotecnici, distinti per l'Area impianti e per il Versante meridionale.

Per realizzare le seguenti caratterizzazioni sono stati utilizzati i risultati della campagna di indagini geotecniche, sia in situ che di laboratorio, appositamente eseguite. Inoltre, si è fatto riferimento a sperimentate correlazioni disponibili in letteratura; in particolare, per l'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

- per la determinazione della densità relativa, le correlazioni di Bazaraa (1967),
- per la determinazione dell'angolo di resistenza al taglio per verifiche riguardanti le fondazioni, la correlazione consigliata in NAVFAC DM - 7.1 (1982),
- per la determinazione dell'angolo di resistenza al taglio di picco, la correlazione di Schmertmann (1978),
- per la determinazione del modulo di deformazione, sia la correlazione di Stroud (1988) che quella di Denver (1982).

[*] Si ricorda che nella classificazione U.S.C.S. il limite granulometrico tra sabbia e ghiaia è situato a 4,76 mm. In tutte le successive descrizioni dei terreni riportate nella presente relazione si farà riferimento alla suddetta classificazione, con l'eccezione delle descrizioni riportate nell'ALLEGATO II, eseguite dalla ditta Centro-Idro-Geotecnico Dr. Roberto Di Vita di Vittoria (RG).

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 13 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

I parametri geotecnici assunti sono da ritenersi relativi a livelli tensionali compatibili con quelli indotti nel terreno di fondazione dalle opere in progetto.

3.1 Area impianti: schema stratigrafico e geotecnico di calcolo

Il terreno di fondazione risulta omogeneo e correlabile su tutta l'area interessata dagli impianti.

Tale omogeneità risulta anche dall'analisi delle seguenti Figure 3 e 4 dove vengono riportati gli andamenti della composizione granulometrica e dell'indice N_{SPT} in funzione della quota s.l.m. del p.c. attuale.

Si ricorda che il sondaggio S4 è stato realizzato in una piccola area attualmente in posizione rialzata rispetto alle aree circostanti.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 14 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

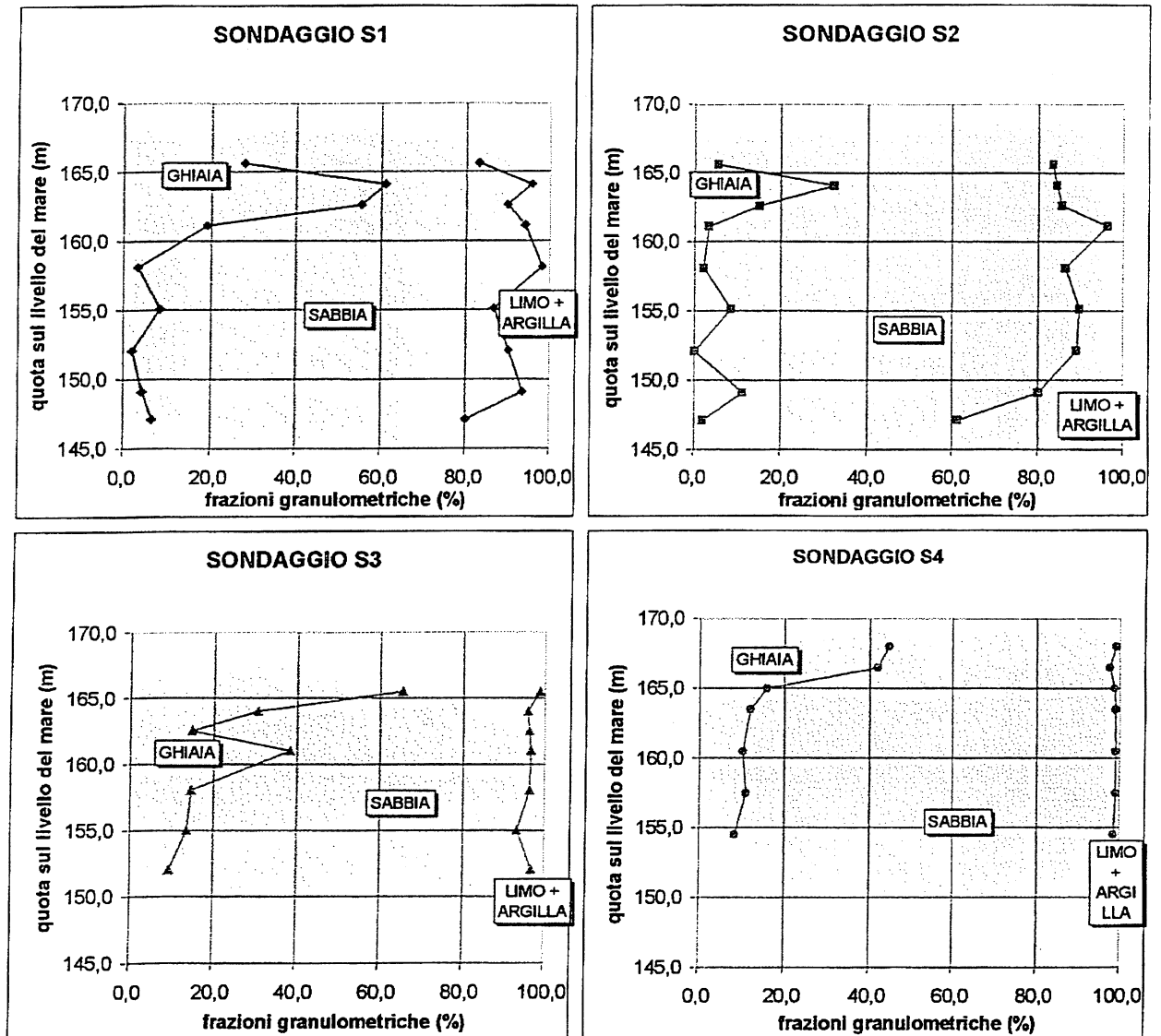


Figura 3 – Andamento della composizione granulometrica con la profondità dal p.c..

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 15 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

ANDAMENTO DELL'INDICE N_{SPT} CON LA PROFONDITA' DAL P.C.

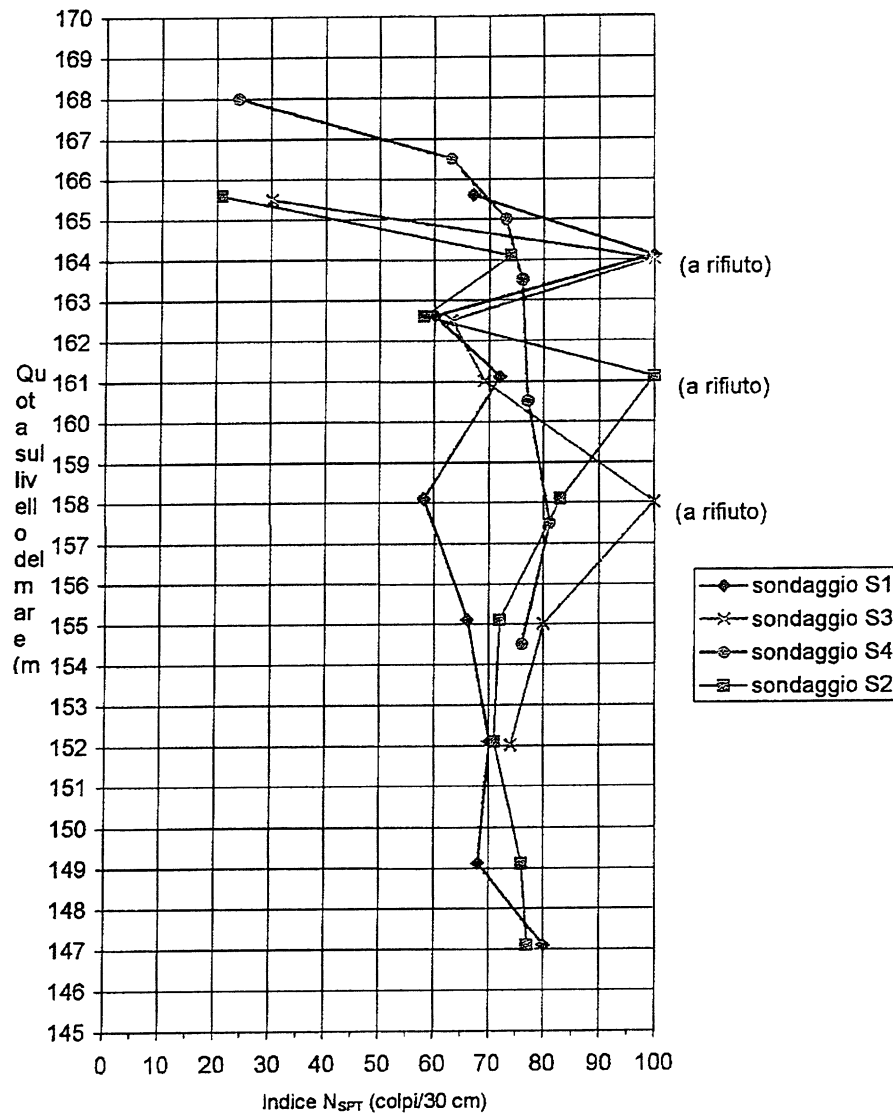


Figura 4 – Andamento dell'indice N_{SPT} con la profondità dal p.c..

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 16 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

Il terreno di fondazione, al di sotto dello strato superficiale di terreno agrario, che generalmente ha uno spessore compreso tra 0,50 e 1,00 m interessato dalle radici, può essere rappresentato (dall'alto verso il basso) mediante l'assunzione del seguente schema stratigrafico e geotecnico di calcolo, costituito da valori medi dei parametri geotecnici.

STRATO 1 (fino alle massime profondità investigate):

Sabbia limosa con ghiaia, di colore variabile da marroncino a marrone e a rossastro, da addensata a molto addensata, con rari ciottoli ($\phi_{max} = 8$ cm); gli elementi grossolani sono arrotondati; fino alla profondità di circa 6 m dal p.c. si ha una maggiore concentrazione di ghiaia, per cui localmente si passa anche a ghiaia limosa con sabbia; la frazione fine ($\phi \leq 0,074$ mm) è in genere inferiore al 15% ed aumenta solo a cominciare dalla profondità di circa 17 m dal p.c. (vedi Figura 3).

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------------|-------------------|
| Peso di volume | γ | \approx | 19,50 | kN/m ³ |
| Resistenza alla penetrazione dinamica | N_{SPT} | = | 55-80 ^[**] | colpi/30 cm |
| Densità relativa | D_R | = | 65-95 | % |
| Angolo di resistenza al taglio ^[***] | ϕ' | = | 34-38 | gradi |
| Angolo di resistenza al taglio (picco) | ϕ'_p | \geq | 38 | gradi |
| Modulo di deformazione | M | = | 50-70 | MN/m ² |

3.2 Versante meridionale: schema stratigrafico e geotecnico di calcolo

In questa area è presente in superficie, con spessore variabile, del *terreno di riporto*, soprattutto (considerando le stratigrafie dei pozzetti esplorativi effettuati) in corrispondenza dei terrazzi. Questi terreni sono costituiti in prevalenza sempre dagli stessi terreni (sabbie con ghiaie) che costituiscono il substrato, e derivano dagli scavi eseguiti a suo tempo per la costruzione della parte esistente della Centrale.

Al di sotto del terreno di riporto è presente lo stesso deposito descritto precedentemente per l'*Area Impianti*, costituito da sabbia con ghiaia.

Il terreno di fondazione può essere rappresentato (dall'alto verso il basso) mediante l'assunzione del seguente schema stratigrafico e geotecnico di calcolo, costituito da valori medi dei parametri geotecnici.

STRATO 1 (spessore variabile):

Terreno di riporto costituito prevalentemente da sabbia, da debolmente limosa a limosa, con ghiaia (in genere $\phi_{max} = 6$ cm), con qualche ciottolo e con rari blocchi ($\phi_{max} = 40$ cm); il colore è marrone; gli elementi grossolani sono arrotondati; sono anche presenti alcuni elementi di cls, legno, ferro, mattoni, ecc.. In n.3 pozzetti

[**] | valori di N_{SPT} variano dal valore minimo di 21 (nel sondaggio S2 a 1,50 m di profondità dal p.c.) fino al rifiuto (in n.4 prove eseguite tra 3 e 9 m di profondità dal p.c.); complessivamente la maggior parte dei valori si concentra tra 55 e 80.

[***] | Valori di calcolo consigliati per le verifiche riguardanti le fondazioni.

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 17 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

(TP2, TP3 e TP4) dei 4 realizzati, lo spessore di tale strato è risultato compreso tra 0,50 m e 1,50 m; nel pozzetto TP1 (situato in uno dei terrazzi) il suo spessore è risultato $\geq 3,00$ m.

Peso di volume $\gamma \approx 18,50 \text{ kN/m}^3$

STRATO 2 (fino alle massime profondità investigate):

Sabbia limosa con ghiaia, di colore marrone, da addensata a molto addensata, con rari ciottoli ($\phi_{\max} = 8 \text{ cm}$); gli elementi grossolani sono arrotondati; nei n.2 campioni di terreno prelevati nei pozzetti (a profondità comprese tra 1,30 e 3,00 m dal p.c.) è risultato che la ghiaia è pari al 10-16% ed il fine ($\phi \leq 0,074 \text{ mm}$) è pari al 5%.

| | | | |
|---|------------------|-----------------|-----------------|
| Peso di volume | γ | $\approx 19,50$ | kN/m^3 |
| Resistenza alla penetrazione dinamica | N_{SPT} | $= 55-80^{**}$ | colpi/30 cm |
| Densità relativa | D_R | $= 65-95$ | % |
| Angolo di resistenza al taglio ^{***} | ϕ' | $= 34-38$ | gradi |
| Angolo di resistenza al taglio (picco) | ϕ'_p | ≥ 38 | gradi |
| Modulo di deformazione | M | $= 50-70$ | MN/m^2 |

3.3 Superficie piezometrica

Durante l'esecuzione delle indagini, spinte fino a profondità di 15 e 20 m dal p.c. attuale (167 m s.l.m.), non è stata intercettata la superficie piezometrica della falda che, quindi, è risultata situata a profondità maggiori, tali comunque da non interferire con la realizzazione degli impianti in progetto.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 18 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

5 STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DEI FRONTI DI SCAVO

5.1 Pendii naturali

L'ampliamento della Centrale in progetto interessa il versante presente nella parte meridionale dell'area della Centrale.

La parte sudoccidentale del versante è quella più lunga (tra 50 e 80 m) e più ripida: il versante scende uniformemente dalla quota di circa 167 m s.l.m. fino a circa 147 m s.l.m. con pendenza massima di circa 42% (22,8°); la parte sudorientale è invece suddivisa in terrazzi discontinui, passanti l'uno all'altro, posti a quote diverse (165 m, 161,50-159 m, 156 m, 153 m.).

Il versante in studio non presenta evidenze di dissesti di natura gravitativa; è presente solo qualche traccia di fenomeni di erosione, dovuta all'azione delle acque superficiali.

La stabilità del versante in studio è stata verificata considerando la situazione più critica, cioè quella del tratto di versante non terrazzato e con pendenza maggiore, avente le seguenti caratteristiche:

lunghezza = 54 m

pendenza = 42% (22,8°)

Per effettuare la verifica è stata utilizzata la schematizzazione del "pendio indefinito", sia in considerazione delle caratteristiche dell'area in studio, in cui si ha un pendio uniforme in terreni granulari, sia perché, pur essendo un metodo semplificato, fornisce risultati validi, ed anche a favore della sicurezza. La resistenza al taglio dei terreni è definita dalla resistenza al taglio dello STRATO 2 (vedi paragrafo 4.2 *Versante meridionale: schema stratigrafico e geotecnico di calcolo*) in quanto il terreno di riporto (STRATO 1) ha spessore molto limitato; quindi si ha:

coesione intercetta $c' = 0$
 angolo di resistenza al taglio (picco) $\varphi'_p \geq 38^\circ$

La verifica effettuata ha dato il seguente valore del Fattore di Sicurezza (F_s):

$$F_s = \tan \varphi' / \tan \alpha \geq 1,85$$

dove:

$\varphi' =$ angolo di resistenza al taglio (picco) $\geq 38^\circ$

$\alpha =$ pendenza del pendio = 22,8°

Il versante risulta, quindi, stabile in condizioni non sismiche.

In seguito, è stata effettuata una valutazione del fattore di sicurezza (F_s) del pendio in studio in concomitanza di eventi sismici. Per fare ciò, in considerazione del fatto che, nel caso in studio:

- la superficie topografica ed il profilo stratigrafico non presentano irregolarità molto marcate,

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 19 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

- i terreni non sono capaci di sviluppare pressioni interstiziali elevate (la falda è situata a quote più basse della base del pendio e quindi non interseca le possibili superfici di scorrimento) e non sono capaci di subire perdite rilevanti di rigidità sotto carico ciclico,

la stabilità del pendio nei confronti dell'azione sismica di progetto è stata verificata con metodi semplificati di tipo *pseudo-statico*.

In base a quanto riportato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", e nella successiva Ordinanza del P.C.M. n. 3316 del 2 ottobre 2003 contenente modifiche ed integrazioni alla precedente Ordinanza, nelle verifiche con metodi *pseudo-statici*, le forze agenti da considerare sono costituite, oltre che dal peso proprio del volume dei terreni interessati, dalle forze di inerzia dovute all'azione sismica:

$$F_h = \pm 0,5 S a_g W/g \quad F_v = 0,5 F_h$$

essendo:

F_h ed F_v = rispettivamente le risultanti orizzontale e verticale delle forze di inerzia applicate al baricentro della massa potenzialmente instabile,

W = il peso della massa stessa,

g = accelerazione di gravità,

S = fattore dipendente dalla categoria del profilo stratigrafico.

In base alla classificazione sismica del territorio in oggetto ed alle caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti nell'area in studio (vedi paragrafo successivo), si ha:

$$a_g = 0,35 g$$

$$S = 1,25$$

dove:

a_g = accelerazione di picco orizzontale del suolo,

In base a ciò si ha:

- componente orizzontale dell'accelerazione sismica, per le verifiche con metodi *pseudo-statici* (k_h) = $0,5 S a_g = 0,21875 g$
- componente verticale dell'accelerazione sismica, per le verifiche con metodi *pseudo-statici* (k_v) = $0,109375 g$

Considerando sempre la schematizzazione del "pendio indefinito", è stato utilizzato il metodo che simula il campo di accelerazione mediante l'incremento della pendenza del pendio (Bromhead E. N., 1992); con questo metodo si considera la rotazione del pendio di un angolo θ , dove:

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fig. 20 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777. SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

$$\theta = \frac{\tan^{-1} k_h}{(1 + k_v)}$$

in cui k_h e k_v sono rispettivamente le componenti orizzontali e verticali dell'accelerazione sismica; il metodo incrementa, quindi, i pesi unitari di un fattore $\rho = \sqrt{(1 + k_v)^2 + k_h^2}$, (Bromhead E. N., 1992).

Nella situazione in studio si ha:

$$\theta = \tan^{-1} 0,21875 / (1 + 0,109375) = 11,1^\circ$$

Riguardo la resistenza al taglio dei terreni presenti nel pendio, si evidenzia che, essendo la falda situata a profondità maggiori della base del pendio, in caso di eventi sismici non si vengono a determinare incrementi delle pressioni interstiziali, e quindi non si vengono a determinare deterioramenti della loro resistenza al taglio. Nelle verifiche si possono, quindi, considerare i valori di picco della resistenza al taglio; in questo caso specifico sono stati comunque assunti, in via prudenziale, valori ridotti pari a:

coesione intercetta $c' = 0$
 angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 36^\circ$

La stabilità del pendio in studio in concomitanza di eventi sismici, risulta stimabile con il seguente Fattore di Sicurezza (F_s):

$$F_s = \tan \varphi' / \tan (\alpha + \theta) = 1,08$$

dove:

$\varphi' =$ angolo di resistenza al taglio = 36°

$\alpha =$ pendenza del pendio = $22,8^\circ$

Quindi il versante risulta stabile anche in concomitanza di eventi sismici.

5.2 Scarpate artificiali

In base al fatto che parte dell'area della Centrale sarà alla quota di 164 m s.l.m. e parte alla quota di 167 m s.l.m., si evidenzia che le scarpate che delimitano tali aree verranno protette con opere di sostegno opportunamente dimensionate.

Riguardo la realizzazione di scavi temporanei, per la costruzione delle opere in progetto, si evidenzia che per il sostegno delle pareti degli scavi, si dovrà prevedere l'uso di adeguate opere di sostegno provvisori. Queste andranno dimensionate considerando, per quanto riguarda lo strato di sabbia con ghiaia (sottostante il terreno agrario e/o il terreno di riporto) denominato STRATO 1 (Area impianti) e STRATO 2 (Versante meridionale), i seguenti valori consigliati dei parametri di resistenza al taglio, validi per il terreno in posto e non rimaneggiato:

Aquater

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 21 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

ϕ' (angolo di resistenza al taglio) medio $\approx 34^\circ$
 c' (coesione intercetta) = 0 kN/m².

Tali valori andranno utilizzati dopo aver verificato che i terreni presenti lungo le pareti degli scavi siano rispondenti alla stratigrafia ed alle caratteristiche esposte precedentemente, basate sui risultati delle indagini svolte.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 22 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rit. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

6 SISMICITÀ

La recente normativa sismica italiana [Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.5.2003) e successiva Ordinanza del P.C.M. n. 3316 del 2 ottobre 2003 (G. U. n. 236 del 10.10.2003) contenente modifiche ed integrazioni alla precedente Ordinanza] classifica i comuni del territorio nazionale in quattro *zone sismiche*, ognuna individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

| ZONA | ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI [a_g/g] | ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) [a_g/g] |
|------|--|--|
| 1 | > 0,25 | 0,35 |
| 2 | 0,15-0,25 | 0,25 |
| 3 | 0,05-0,15 | 0,15 |
| 4 | < 0,05 | 0,05 |

L'area in oggetto ricade nel territorio del Comune di Messina, che, in base alla suddetta Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, risulta classificato[****] in:

Zona 1

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, il suolo di fondazione in studio può essere schematizzato come appartenente alla seguente categoria di profilo stratigrafico:

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

Alla categoria di profilo stratigrafico **B** corrisponde il seguente valore del fattore S:

S = 1,25

Infine, per quanto riguarda la problematica dei fenomeni di liquefazione dei terreni, si evidenzia che in tutta l'area impianti la superficie piezometrica della falda è situata a profondità ≥ 20 m dal p.c. attuale (situato a 167 m s.l.m.), e quindi, nell'area in studio, in concomitanza di eventi sismici, i terreni di fondazione non sono soggetti a fenomeni di liquefazione dei terreni.

[****] La precedente normativa (Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria [allegato alla Legge del 25/11/1962 n. 1684, modificato ed integrato con i successivi Decreti Ministeriali]) classificava il Comune di Messina sismico di 1^a categoria (S, grado di sismicità = 12).

| | |
|--------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 23 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

7 CONCLUSIONI

In relazione:

- a) al fatto che l'area in studio non presenta evidenze di dissesti,
- b) alle caratteristiche delle strutture da realizzare,

si può affermare che la realizzazione delle strutture previste dal progetto Potenziamento della Centrale Snam Rete Gas di Messina, risulta, dal punto di vista geologico, fattibile.

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR | |
| Fg. 24 di 24 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Aquater S.p.A. (1979) – *Gasdotto Mediterraneo-Italia, Stazione di Compressione di Messina, Rapporto Geotecnico* – INSU A0399, San Lorenzo in Campo 19.10.1979.

Aquater S.p.A. (1979) – *Gasdotto Mediterraneo-Italia, Stazione di Compressione di Messina, Rapporto Geotecnico* – INSU A0424, San Lorenzo in Campo 27.11.1979.

Bazaraa A. R. S. S. (1967) - *Use of the Standard Penetration Test for estimating settlement of shallow foundation on sand* - Ph. D. Thesis, University of Illinois, Urbana, USA.

Bromhead E. N. (1992) - *The stability of slopes* – second edition, Blackie Academic & Professional, Glasgow.

Denver H. (1982) - *Modulus of elasticity for sand determined by SPT and CPT* - Proceeding of the second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam.

Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command (1982) - *Soil Mechanics, Design Manual 7.1* - NAVFAC DM - 7.1 MAY 1982.

Lentini F. et alii (2000) – *Carta geologica della Provincia di Messina, scala 1:50 000* – Provincia Regionale di Messina, Assessorato Territorio, Servizio Geologico, S.E.L.C.A. Firenze.

Lentini F. et alii (2000) – *Carta geologica della Provincia di Messina (Sicilia Nord-Orientale), Note Illustrative* – Provincia Regionale di Messina, Assessorato Territorio, Servizio Geologico, S.E.L.C.A. Firenze.

Schmertmann J. H. (1978) - *Guidelines for cone penetration test performance and design* - Report FHWA-TS-78-209, U.S. Department of Transportation, Washington.

Stroud M. A. (1988) - *The Standard Penetration Test-Its application and interpretation* - Penetration testing in the UK, Proc. of the Geotechnology Conference organized by ICE, Birmingham.

Villari L. - *Strutture regionali sismogenetiche e vulcanismo* - INGV sez. Catania, <http://www.ct.ingv.it/>

Aquater

| | |
|------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR/ALL.I | |
| Fg. 1 di 3 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

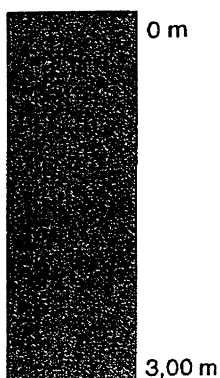
ALLEGATO I

Stratigrafie dei pozzetti esplorativi

| | |
|-------------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR/ALL.I | |
| Fg. 2 di 3 | Rev. |
| | 0 |

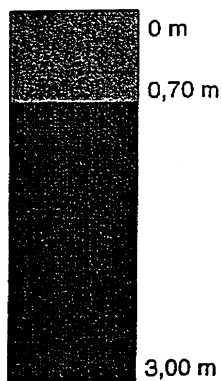
Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

TP1 (scavo asciutto)



TERRENO DI RIPORTO: sabbia grossolana di colore marrone scuro, con ghiaia, qualche ciottolo ed un blocco ($\phi = 40$ cm); localmente la sabbia diventa limosa; sono presenti anche alcuni elementi di cls, mattoni, asfalto, legno e ferro.

TP2 (scavo asciutto)



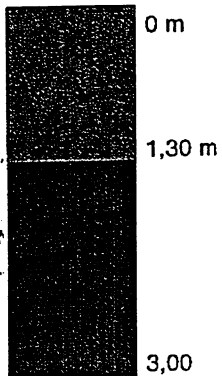
TERRENO DI RIPORTO: ghiaia fina con sabbia ($\phi_{\text{medio}} = 0,5-1,0$ cm), di colore marrone, con qualche ciottolo ($\phi_{\text{max}} = 20$ cm); con alcuni elementi di cls e legno.

SABBIA grossolana, debolmente limosa, con ghiaia ($\phi_{\text{max}} = 6$ cm), granulometricamente omogenea, di colore marrone.

| | |
|-------------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR/ALL.I | |
| Fig. 3 di 3 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

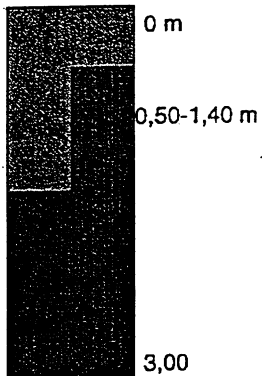
TP3 (scavo asciutto)



TERRENO DI RIPORTO: sabbia debolmente limosa con ghiaia ($\phi_{max} = 6$ cm), di colore marrone; con rari elementi di mattoni.

SABBIA grossolana, con poca ghiaia ($\phi_{max} = 4$ cm), di colore marrone.

TP4 (scavo asciutto)



TERRENO DI RIPORTO: sabbia con ghiaia con qualche ciottolo ($\phi_{max} = 20$ cm), con rari elementi di ferro (il limite con lo strato sottostante è meno inclinato del versante, per cui risulta a profondità variabile).

SABBIA grossolana, debolmente limosa, con poca ghiaia arrotondata ($\phi_{max} = 6$ cm), di colore marrone.

Aquater

| | |
|-------------------------|---------------|
| COMMESSA 3606AR | UNITÀ INSU |
| REL. 3020-3606AR/ALL.II | |
| Fg. 1 di 14 | Rev. |
| | 0 |

Rif. SP: com. 7777, SPC. n. CA-E-10200, Rev. 0

ALLEGATO II

Stratigrafie dei sondaggi geognostici
(Centro-Idro-Geotecnico Dr. Roberto Di Vita di Vittoria, RG).

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERARIA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI



società attestata da

SOA RINA

Attestazione n° 351/05/00 del 31/05/02

P. IVA 001 4106 088 9

CC.II.AA. Ragusa n° 47720

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: CENTRO.IDROGEOTECNICO@VIRGILIO.IT
e-mail: DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggio ambientale
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

Aquater s.p.a.

**Indagine geognostica nel cantiere della Centrale Rete gas di Messina.
Ordine aperto n. 663/2000. Commessa n.3606AR. Incarico n.12**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Committente: AQUATER s.p.a.

Vittoria, 19 SET. 2003

L'impresa

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO
Dr. ROBERTO DI VITA
97019 VITTORIA (RG)

PREMESSA

Su incarico dell'AQUATER S.p.A. in base all'ordine aperto n. 663/2000-commessa 3606AR - incarico n.12, sono stati effettuati un totale di 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n.2 profondità 15 metri e n.2 profondità 20metri, per un totale di ml 70 di perforazione.

Sono stati eseguiti, a mezzo escavatore , n° 4 scavi della dimensione di circa 1.5m x 0.80m x 3.0 m ciascuno.

Nei fori sono state eseguite n°32 prove penetrometriche S.P.T. e in corrispondenza di tali prove sono stati prelevati n°32 campioni su sacchetti di plastica sigillati.

Di seguito sono riportate le metodologie operative e le schede relative ai sondaggi eseguiti.

SONDAGGI GEOGNOSTICI

MACCHINA OPERATRICE

- SONDA CINGOLATA MUSTANG A52 CB
- A rotazione e circolazione d'acqua;
- Utilizzo di carotiere semplice.

METODOLOGIA OPERATIVA

Sono stati eseguiti n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con diametro $\Phi = 101$ mm , rispettivamente di 15 metri dal piano campagna (S3-S4) e di 20 metri dal piano campagna (S1-S2), per un totale di 70 ml. di carotaggio.

Committente: Aquater s.p.a.
Cantiere: Centrale Rete gas di Messina.

Per la conservazione dei campioni sono state usate un totale di 14 cassette catalogatrici; sono stati inoltre prelevati n. 32 campioni (su sacchetti di plastica sigillati) in corrispondenza delle quote dove sono state eseguite le prove S.P.T. relative ad ogni sondaggio.

Nelle schede stratigrafiche sono riportate tutte le notizie inerenti ciascun sondaggio.

PROVA S.P.T.

Il dispositivo usato e le modalità di prova sono conformi alle norme A.G.I.; la prova S.P.T. viene realizzata in foro di sondaggio, pulito prima di introdurre l'attrezzatura, in modo da realizzare la prova in un terreno relativamente indisturbato.

ATTREZZATURA

Dispositivo di battitura:

- testa di battuta in acciaio strettamente avvitato all'estremità della batteria di aste;
- maglio di acciaio del peso di 63.5 Kg.;
- dispositivo automatico di rilascio;
- caduta libera del maglio di 760 mm.;
- peso totale dispositivo di battitura 115 Kg..

Campionatore:

- in acciaio indurito;
- lunghezza 457 mm. escluso terminale scarpa o punta
- conica (76 mm.) e raccordo aste (152 mm.);
- diametro esterno 51 mm.;
- diametro interno 35 mm.;

Scarpa:

- in acciaio indurito;
- lunghezza 76 mm.;
- diametro esterno 51 mm.;
- diametro interno 35 mm.;
- terminale di 19 mm. rastremata a tagliente (angolo di 20° spessore esterno 1.5 mm.).

Punta conica:

- in acciaio indurito;
- lunghezza 76 mm.;
- diametro 51 mm.;
- angolo 60°.

Aste:

- diametro 76 mm.;
- spessore 5.9 mm.;
- peso 12.7 Kg/m;
- modulo di resistenza 21.1 W ($\times 10^{-6} \text{ m}^3$).

MODALITA' DI PROVA

La prova consiste nel far penetrare il campionatore o la punta conica, posati al fondo foro per tre tratti successivi, registrando il numero di colpi di maglio.

Il primo tratto, detto di avviamento, corrisponde ad un avanzamento di 15 cm. (ivi inclusa l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio) ed il relativo numero di colpi è designato con N_1 . Se con $N_1 = 50$ l'avanzamento è minore di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova è considerata conclusa.

Se il tratto di avviamento è superato con $N_1 < 50$, la prova prosegue ed il campionatore o la punta viene infissa per un secondo tratto di 30 cm., contando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm. (N_2 ed N_3) fino al limite dei 100 colpi.

Se con $N_2 + N_3 = 100$ non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm. l'infissione viene sospesa e la prova considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Nelle schede stratigrafiche di seguito allegate, sono riportate tutte le notizie inerenti ciascun sondaggio.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERARIA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)

Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460

e-mail: DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

e-mail: CENTRO.IDROGEOTECNICO@VIRGILIO.IT

| | |
|---|-------------------------------------|
| Cantiere: Messina | N. sondaggio: S. 1 |
| Committente: Aquater | Ubicazione: SNAM Centrale faro sup. |
| Macchina Operatrice: Mustang A52 | Geologo: Dr. E. De-Blasi |
| Profondità (m.): 20 | Quota p.c. (m.): |
| Metodo perf.: Rotazione e carotaggio continuo | Data: 09/09/03 |

| Scala 1:200 | Stratigrafia | Descrizione | Potenza | Carotiere | S.P.T. | | | |
|-------------|--------------|--|---------|-----------|--------|----|----|----|
| | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1 | | Sabbia e ghiaia arrotondata di dimensioni centimetriche e livelli sabbioso-limosi di 10 cm | 7.00 | semplice | 1.5 | | | |
| 2 | | | | | 3.95 | | | |
| 3 | | | | | 4.8 | | | |
| 4 | | | | | 6.95 | | | |
| 5 | | | | | 6.45 | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Sabbia; debolmente limosa e ghiaia | 13.00 | semplice | 9 | | | |
| 9 | | | | | 9.45 | | | |
| 10 | | | | | 12 | | | |
| 11 | | | | | 12.45 | | | |
| 12 | | | | | 15 | | | |
| 13 | | | | | 15.45 | | | |
| 14 | | | | | 18 | | | |
| 15 | | | | | 18.45 | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |

Il sondaggio è stato eseguito con carotiere semplice. Sono state utilizzate n°4 cassette catalogatrici.

Alla profondità d'esecuzione di ogni SPT è stato prelevato un campione. Ogni 1.5 mt. per i primi 6.00 mt. e ogni 3.00 mt. per i successivi metri.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERARIA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT
e-mail: CENTRO.IDROGEOTECNICO@VIRGILIO.IT

| | |
|---|-------------------------------------|
| Cantiere: Messina | N. sondaggio: S. 2 |
| Committente: Aquater | Ubicazione: SNAM Centrale faro sup. |
| Macchina Operatrice: Mustang A52 | Geologo: Dr. E. De Biasi |
| Profondità (m.): 20 | Quota p.c. (m.): |
| Metodo perf.: Rotazione e carotaggio continuo | Data: 11/09/03 |

| Scala 1:200 | Stratigrafia | Descrizione | Potenza | Carotiere | S.P.T. | | | |
|-------------|--------------|--|---------|-----------|--------|----|----|----|
| | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1 | | Sabbia e ghiaia arrotondata a tratti con livelli sabbioso-limosi | 20.00 | semplice | | | | |
| 1.5 | | | | | | | | |
| 3.05 | | | | | | | | |
| 4.8 | | | | | | | | |
| 6.95 | | | | | | | | |
| 6.225 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 9.45 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 12.45 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 15.45 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 18.45 | | | | | | | | |

Il sondaggio è stato eseguito con carotiere semplice. Sono state utilizzate n°4 cassette catalogatrici.

Alla profondità d'esecuzione di ogni SPT è stato prelevato un campione. Ogni 1.5 mt. per i primi 6.00 mt. e ogni 3.00 mt. per i successivi metri.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERARIA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT
e-mail: CENTRO.IDROGEOLOGIA@VIRGILIO.IT

| | |
|---|-------------------------------------|
| Cantiere: Messina | N. sondaggio: S. 3 |
| Committente: Aquater | Ubicazione: SNAM Centrale faro sup. |
| Macchina Operatrice: Mustang A52 | Geologo: Dr. E. De Blasi |
| Profondità (m.): 15 | Quota p.c. (m.): |
| Metodo perf.: Rotazione e carotaggio continuo | Data: 12/09/03 |

| Scala 1:200 | Stratigrafia | Descrizione | Potenza | Carotiere | S.P.T. | | | |
|-------------|--------------|---|---------|-----------|--------|----|----|----|
| | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1 | | Sabbia e ghiaia arrotondata di dimensioni centimetriche e livelli sabbioso-limosi. Odore di idrocarburi | 4.50 | semplice | 1.5 | | | |
| 2 | | | | | 3.05 | | | |
| 3 | | | | | 3.8 | | | |
| 4 | | | | | 4.3 | | | |
| 5 | | Sabbia debolmente limosa, ghiaia e ciottoli arrotondati | 10.50 | | 4.95 | | | |
| 6 | | | | | 6.45 | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |

Il sondaggio è stato eseguito con carotiere semplice. Sono state utilizzate n°3 cassette catalogatrici.

Alla profondità d'esecuzione di ogni SPT è stato prelevato un campione. Ogni 1.5 mt. per i primi 6.00 mt. e ogni 3.00 mt. per i successivi metri.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERARIA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)

Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460

e-mail: DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

e-mail: CENTRO.IDROGEOLOGIA@VIRGILIO.IT

| | |
|---|-------------------------------------|
| Cantiere: Messina | N. sondaggio: S. 4 |
| Committente: Aquater | Ubicazione: SNAM Centrale faro sup. |
| Macchina Operatrice: Mustang A52 | Geologo: Dr. F. Vittoria |
| Profondità (m.): 15 | Quota p.c. (m.): |
| Metodo perf.: Rotazione e carotaggio continuo | Data: 15/09/03 |

| Scala 1:200 | Stratigrafia | Descrizione | Potenza | Carotiere | S.P.T. | | | |
|-------------|--------------|--|---------|-----------|--------|----|----|----|
| | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1 | | Ghiaia di dimensioni millimetriche e sporadica presenza di ciottoli arrotondati, in matrice sabbiosa fine rossastra, a tratti limosa | 15.00 | semplice | 1.5 | | | |
| 2 | | | | | 3.95 | | | |
| 3 | | | | | 4.3 | | | |
| 4 | | | | | 4.95 | | | |
| 5 | | | | | 6.225 | | | |
| 6 | | | | | 9 | | | |
| 7 | | | | | 9.45 | | | |
| 8 | | | | | 12 | | | |
| 9 | | | | | 12.45 | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |

Il sondaggio è stato eseguito con carotiere semplice. Sono state utilizzate n°3 cassette catalogatrici.

Alla profondità d'esecuzione di ogni SPT è stato prelevato un campione. Ogni 1.5 mt. per i primi 6.00 mt. e ogni 3.00 mt. per i successivi metri.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

INGEGNERIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOTEKNICA



SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SISMICI



SOA RINA

Attestazione n° 351/05/00 del 31/05/02
P. IVA 00141060889
CC.ILAA. Raguse n° 47720

Via Gen. Cassino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: CENTRO.IDROGEO-TECNICO@VIRGILIO.IT
DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggio ambientale
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Committente: AQUATER | Data: 09/09/03 | Sondaggio n° 1 |
| Località: Centrale gas Messina | | |

| Profondità in m | Sezione stratigrafica | Descrizione stratigrafica del terreno | Diametro mm | Campioni indisturbati | | Falda | SPT | |
|-----------------|-----------------------|--|-------------|-----------------------|---------|-------|-----------|---------|
| | | | | Tipo di campionatore | Quota m | | n° colpi | Quota m |
| 7 | | Sabbia e ghiaia arrotondata di dimensioni centimetriche e livelli sabbioso-limosi di 10 cm | 101 | | | | 26 30 37 | 1,5 |
| | | | | | | | Rifiuto 1 | 3 |
| | | | | | | | 5 31 29 | 4,5 |
| | | | | | | | 18 35 37 | 6 |
| 20 | | Sabbie e ghiaie debolmente limose | 101 | | | | 18 27 31 | 9 |
| | | | | | | | 30 32 34 | 12 |
| | | | | | | | 21 34 36 | 15 |
| | | | | | | | 32 30 38 | 18 |
| | | Fondo foro | | | | | 35 37 43 | 20 |

1: penetrato per 9 cm
Il sondaggio è stato eseguito con carotire semplice.
Sono state utilizzate n° 4 cassette catalogatrici.
In corrispondenza di ogni SPT è stato prelevato un campione.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO

Dr. ROBERTO DI VITA

IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEOGNOSTICA
GEOMINERASSIA

SONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SERVICI



SOA RINA

Attestazione n° 351/05/00 del 31/05/02
P. IVA 00141060889
CC.I.L.A.A. Ragusa n° 47720

Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.931 - Fax. 0932.869.460
e-mail: CENTRO.IDROGEOECONICO@VIRGILIO.IT
DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggio ambientale
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Committente: AQUATER | Data: 11/09/03 | Sondaggio n° 2 |
| Località: Centrale gas Messina | | |

| Profondità in m | Sezione stratigrafica | Descrizione stratigrafica del terreno | Diametro mm | Campioni Indisturbati | | Falda | SPT | |
|-----------------|-----------------------|--|-------------|-----------------------|----------|-------|----------------------|---------|
| | | | | Tipo di campionatore | Quota m | | n° colpi | Quota m |
| 20 | | Sabbia e ghiaia arrotondata a tratti con livelli sabbioso-limosi | 101 | | | | 4 6 15 | 1,5 |
| | | | | | | | 8 27 47 ¹ | 3 |
| | | | | | | | 10 20 38 | 4,5 |
| | | | | | | | Rifuto ¹ | 6 |
| | | | | | | | 16 41 42 | 9 |
| | | | | | | | 20 35 37 | 12 |
| | | | | | | | 17 31 40 | 15 |
| | | | | | | | 27 35 41 | 18 |
| | | | | | 18 37 40 | 20 | | |
| | | Fondo foro | | | | | | |

1: penetrato per 22,5 cm, i primi 15 cm 38 colpi.
Il sondaggio è stato eseguito con carotire semplice.
Sono state utilizzate n° 4 cassette catalogatrici.
In corrispondenza di ogni SPT è stato prelevato un campione.

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO**Dr. ROBERTO DI VITA**IDROGEOLOGIA
GEOFISICA GEONOSTICA
GEOMORFOLOGIASONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SERVICISOCIETA' ATTESTATA DA
SOA RINAAttestazione n° 351/05/00 del 31/05/02
P. IVA 00141060889
CC.I.L.A.A. Ragusa n° 47720Via Gen. Cascino, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: CENTRO.IDROGEO-TECNICO@VIRGILIO.IT
DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggio ambientale
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Committente: AQUATER | Data: 12/09/03 | Sondaggio n° 3 |
| Località: Centrale gas Messina | | |

| Profondità in m | Sezione stratigrafica | Descrizione stratigrafica del terreno | Diametro mm | Campioni indisturbati | | Falda | SPT | |
|-----------------|-----------------------|---|-------------|-----------------------|---------|-------|----------|---------|
| | | | | Tipo di campionatore | Quota m | | n° colpi | Quota m |
| 4.5 | | Sabbia e ghiaia arrotondata di dimensioni centimetriche e livelli sabbioso-limosi, con odore di idrocarburi | 101 | | | | 9 14 18 | 1,5 |
| | | Rifiuto ¹ | | | | | 3 | |
| 7 27 38 | 4,5 | | | | | | | |
| 15 | | Sabbia con ghiaia e ciottoli arrotondati e poco limo | | | | | 10 29 40 | 6 |
| | | Rifiuto ² | | | | | 9 | |
| | | 28 39 41 | 12 | | | | | |
| | | Fondo foro | | | | | 26 35 39 | 15 |

1: penetrato per 37 cm, 15 cm 4 colpi, 30 cm 22 colpi.
 2: penetrato per 17 cm, i primi 15 cm 38 colpi.
 Il sondaggio è stato eseguito con carotire semplice.
 Sono state utilizzate n° 3 cassette catalogatrici.
 In corrispondenza di ogni SPT è stato prelevato un campione.

4/8

CENTRO IDRO-GEO-TECNICO**Dr. ROBERTO DI VITA**IDROGEOLOGIA
GEOPINICA GEOGNOSTICA
GEOMETRABIASONDAGGI
ELETTRICI MECCANICI
SEMICI

società autorizzata da

SOA RINA

Attestazione n° 351/05/00 del 31/05/02

P. IVA 00141060889

CC. I.I.A.A. Ragusa n° 47720

Via Gen. Cassio, 86 - 97019 Vittoria (RG)
Tel. 0932.985.951 - Fax. 0932.869.460
e-mail: CENTRO.IDROGEO.TECNICO@VIRGLIO.IT
DGS.STUDIOGEOLOGIA@TISCALINET.IT

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggio ambientale
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Committente: AQUATER | Date: 15/09/03 | Sondaggio n° 4 |
| Località: Centrale gas Messina | | |

| Profondità in m | Sezione stratigrafica | Descrizione stratigrafica del terreno | Diametro mm | Campioni indisturbati | | Falda | SPT | |
|--|-----------------------|--|-------------|-----------------------|---------|-------|----------|---------|
| | | | | Tipo di campionatore | Quota m | | n° colpi | Quota m |
| 15 | | ghiaia di dimensioni millimetrica e sporadica presenza di ciottoli arrotondati, in matrice sabbiosa rossastra, a tratti limosa | 101 | | | | 4 8 16 | 1,5 |
| | | | | | | | 8 23 40 | 3 |
| | | | | | | | 10 30 43 | 4,5 |
| | | | | | | | 10 29 47 | 6 |
| | | | | | | | 12 33 44 | 8 |
| | | | | | | | 21 36 45 | 12 |
| | | | | | | | 18 34 42 | 15 |
| | | Fondo foro | | | | | | |
| <p>Il sondaggio è stato eseguito con carotiere semplice. Sono state utilizzate n° 3 cassette catalogatrici. In corrispondenza di ogni SPT è stato prelevato un campione.</p> | | | | | | | | |

S/P

