



eni mediterranea idrocarburi

Doc.
SAGE-001/2015/SCG

**CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE "RAGUSA"
PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO ARANCIO 1 DIR
E MESSA IN PRODUZIONE IN CASO DI MINERALIZZAZIONE**

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

Novembre 2015



enimed


REGIONE SICILIA
Provincia di Ragusa
Comune di Ragusa

CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE "RAGUSA"
PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO ARANCIO 1 DIR
E MESSA IN PRODUZIONE IN CASO DI MINERALIZZAZIONE

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA
SAGE-001/2015/SCG




00	Emissione per Enti	HPC/PROGER	ENIMED Messina Costantino	ENIMED Lisandrelli Vincenzo	Novembre 2015
REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	2 / 29

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3.	GEOMORFOLOGIA.....	7
4.	MODELLAZIONE GEOLOGICA.....	9
4.1.	LINEAMENTI GEOLOGICI REGIONALI	9
4.2.	CARATTERISTICHE GEO-LITOLOGICHE LOCALI	11
5.	IDROGEOLOGIA	12
5.1.	IL SISTEMA IDROGRAFICO	12
5.2.	STRUTTURA IDROGEOLOGICA	12
5.3.	PIEZOMETRIA	13
6.	CONDIZIONI DI RISCHIO GEOLOGICO	13
7.	CLASSIFICAZIONE DEL DISSESTO SECONDO IL PAI	17
8.	CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DI DETTAGLIO	19
8.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO	19
8.2.	CRITERIO DI HOEK-BROWN	19
8.3.	MODULO DI DEFORMAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO	23
8.4.	DETERMINAZIONE DEI VALORI DI c_I E φ_I.....	25
9.	RIFERIMENTI PROGETTUALI	27
10.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	29

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	3 / 29

1. PREMESSA


Il presente studio di compatibilità geomorfologica viene redatto nell'ambito del progetto di "Perforazione del pozzo esplorativo Arancio 1 Dir e messa in produzione in caso di mineralizzazione" ubicato nella porzione meridionale della Concessione di coltivazione "Ragusa", in quanto, il tracciato della condotta in progetto, di collegamento tra la futura area pozzo Arancio 1 e la cameretta D, interferisce con il perimetro di un area PAI 082-7RA-029.

Tale corpo di frana è classificato a pericolosità P0, da scorrimento e stabilizzato artificialmente o naturalmente.

Alla luce delle verifiche di campo sullo stato del corpo di frana individuato dal PAI e dalla verifica dei dati di progetto, il presente Studio di Compatibilità Geomorfologica tende a descrivere e ad analizzare la fattibilità dell'opera relazionata alle caratteristiche geomorfologiche dell'area interessata, mostrando:

- la compatibilità del progetto con quanto previsto dal PAI;
- che le attività in progetto non alterano la sicurezza del territorio.

L'analisi della compatibilità geomorfologica è stata effettuata sulla base delle indicazioni generali di rischio geologico riportate nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sicilia (L. 183/89), approvato secondo le procedure contenute nell'art. 130 della L.R. del 3 maggio 2001 n. 6. (G.U.R.S. n. 21 del 7/5/2001).

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	4 / 29

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito è posto pochi chilometri a sud dell'abitato di Ragusa, in C.da Galermi-Marchesella, sul versante di destra del tratto mediano della valle del fiume Irminio.

Dal punto di vista cartografico, l'area ricade nella tavoletta I.G.M. "Modica" I S.O., Foglio 276, della Carta d'Italia, scala 1:25.000. Di seguito alcuni stralci cartografici di riferimento.

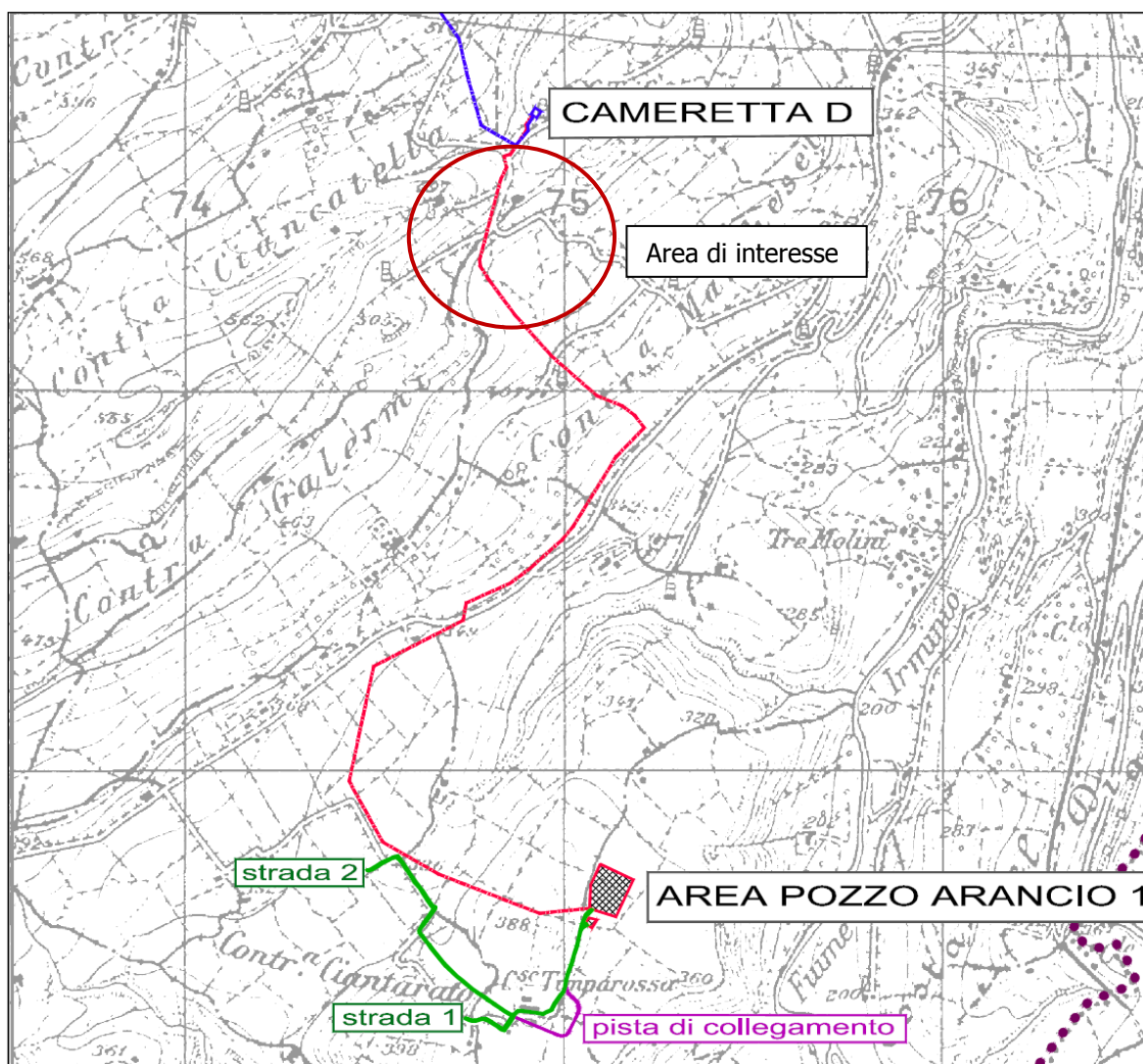



Figura 1 – Stralcio IGM con individuazione dell'area di interesse.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	5 / 29

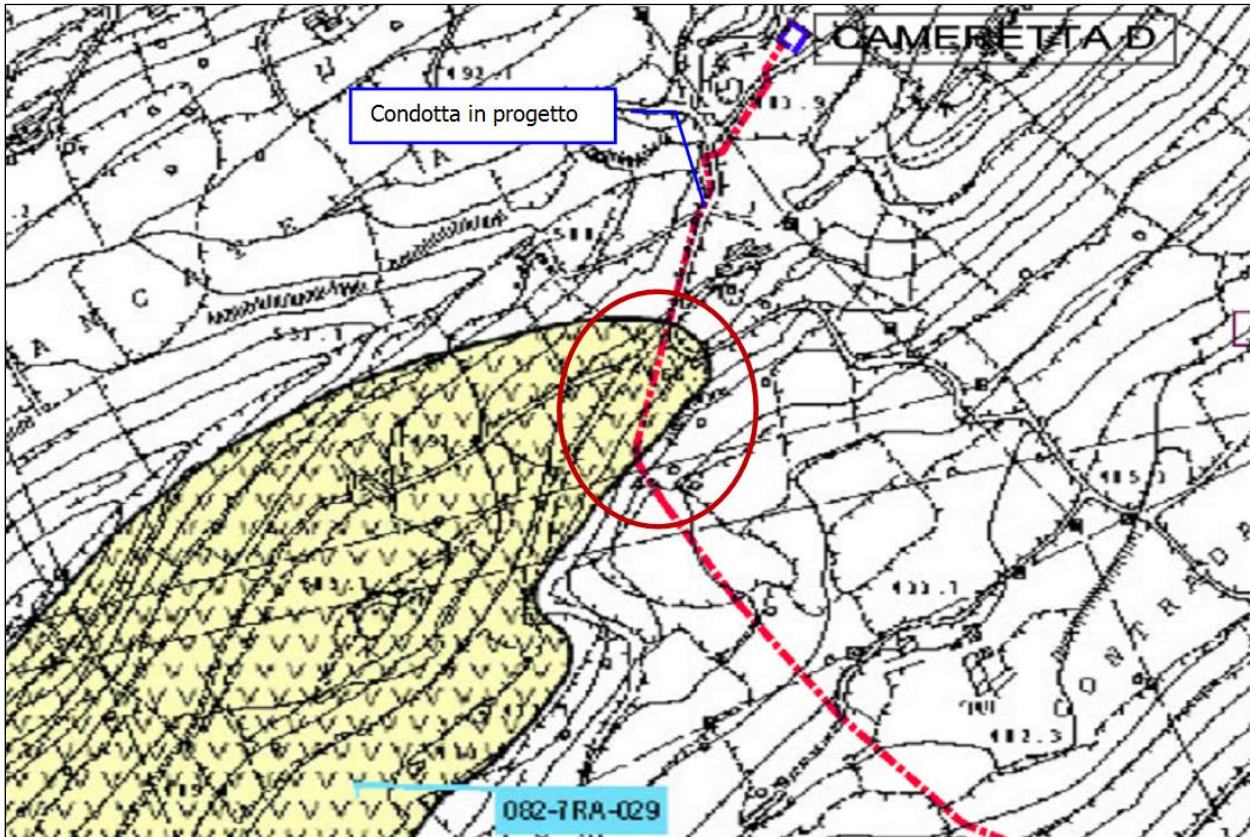



Figura 2 – Dettaglio dell'interferenza Area PAI.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	6 / 29

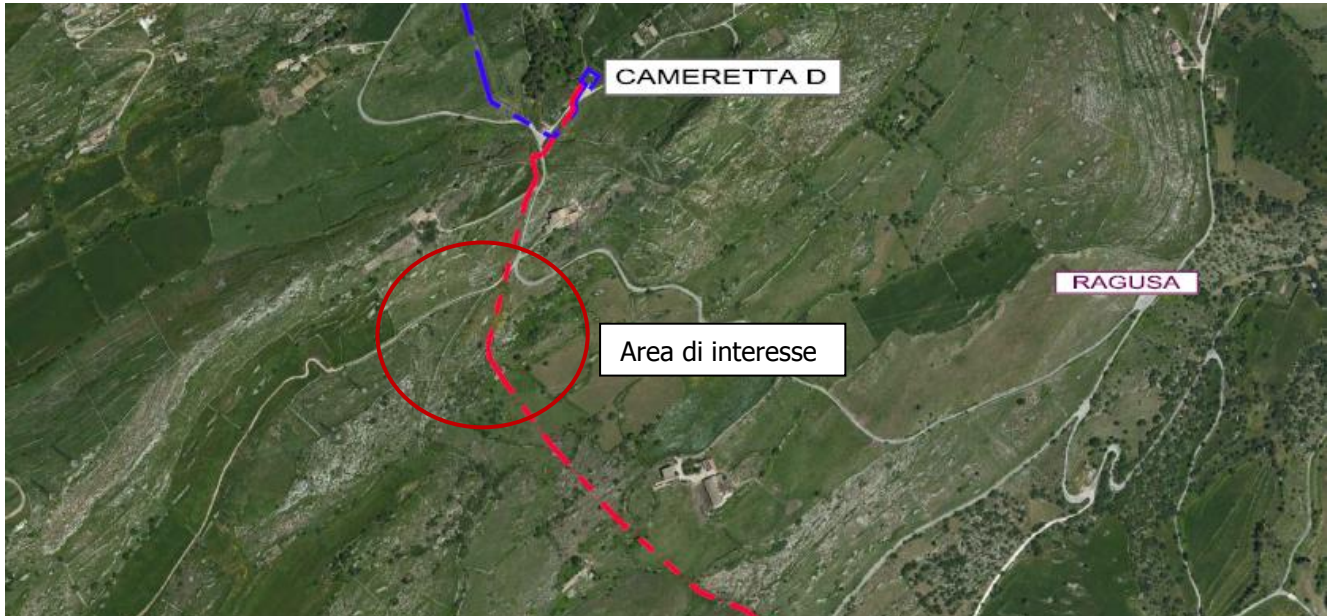


Figura 3: Ubicazione del sito su ortofoto

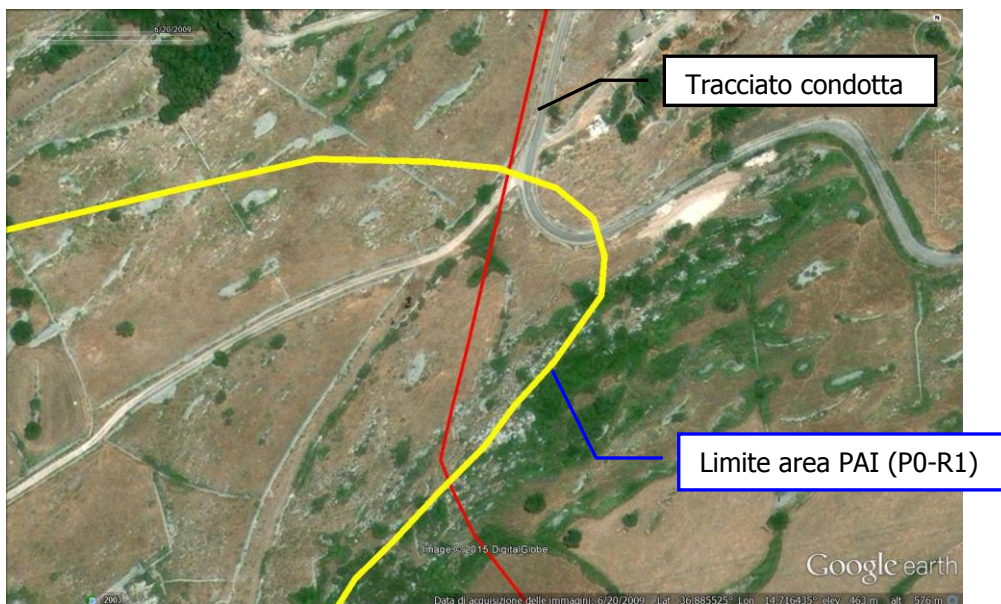


Figura 4 – Ubicazione del sito su ortofoto – dettaglio


 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	7 / 29



Figura 5 – Panoramica del sito di interesse PAI

3. GEOMORFOLOGIA

L'area è caratterizzata da una morfologia collinare, con andamento morfologico generale legato:


- alla natura litologica,
- ai caratteri giacitureali delle formazioni affioranti,
- ed alla tipologia delle strutture tettoniche, il cui orientamento ha in parte condizionato le direttrici principali del deflusso superficiale.

L'idrografia dell'area è caratterizzata dalla presenza di incisioni torrentizie di origine fluvio-carsica, interessate da un deflusso idrico superficiale ad alimentazione di origine mista meteorico-freatica, in funzione del periodo stagionale e dell'entità delle precipitazioni.

Il sistema di fessurazione che caratterizza gli ammassi rocciosi dell'area è rappresentato da giunti di origine tensionale e discontinuità da stress di natura tettonica, oltre che discontinuità strutturali di origine singenetica, dovuti a gap deposizionali.

Il sito presenta una quota altimetrica compresa tra 460 e 470 m s.l.m., con una morfologia di dettaglio caratterizzata da un versante con inclinazione verso Sud-Est; in particolare il sito di interesse è posto in prossimità di uno spartiacque superficiale tra il sottobacino idrografico del torrente Moncillè ed il bacino principale del fiume Irminio.

Da un punto di vista topografico l'area di imposta è caratterizzata da una morfologia con pendenze medie $i \leq 15^\circ$, rientrando nella categoria topografica T1 (NTC 2008 – Norme Tecniche per le costruzioni – D.M. 14 Gennaio 2008).

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	8 / 29

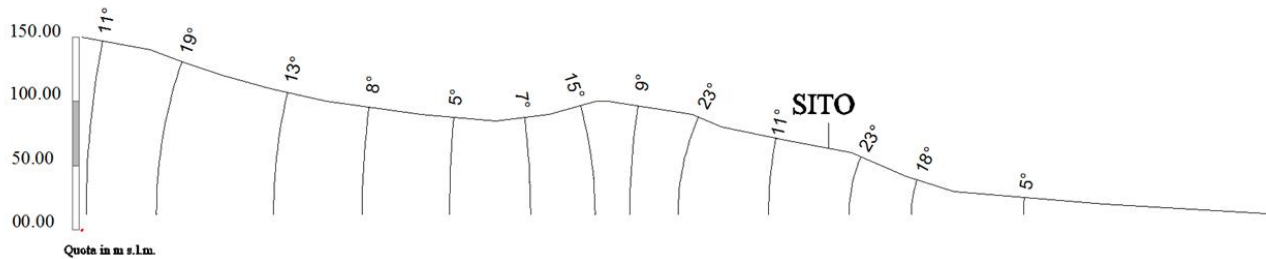



Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 6 - *Categoria topografica del sito (Fonte: NTC 2008)*

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	9 / 29

4. MODELLAZIONE GEOLOGICA

4.1. LINEAMENTI GEOLOGICI REGIONALI

Da un punto di vista geologico-regionale, il sito ricade nel settore centrale dell'Avampese Ibleo (Figura 6).

Si tratta di un plateau prevalentemente carbonatico, interessato da fasi di sollevamento che, unitamente all'azione erosiva ne hanno determinato l'attuale assetto morfologico.

I livelli più antichi, noti soltanto dai dati di sottosuolo, sono triassico-giurassici ed in parte cretacei mentre l'affioramento principale è costituito dai termini calcarei e calcarenitico-marnosi della Formazione Ragusa di età oligo-miocenica.


I dati di sottosuolo attribuiscono a tale formazione uno spessore complessivo di circa 500 m, distinguendo dal basso verso l'alto 2 membri:

1. Il Membro di Leonardo (Oligocene superiore- Aquitaniano basale), costituito da un'alternanza, piuttosto regolare, di livelli calcarei e calcareo-marnosi in rapporto 3:1. I banchi calcisiltitici, dello spessore di circa 3 m, si alternano ai livelli calcareo marnosi, di spessore 10 ÷ 40 cm.

Gli affioramenti più rappresentativi si riscontrano nel settore sud-orientale dell'abitato di Ragusa e nei principali fondo valle (Vallone S. Leonardo, Vallone S. Domenica e Valle del fiume Irminio).

2. Il Membro Irminio (Aquitaniano-Burdigakiano), in continuità di sedimentazione sull'unità precedente, è caratterizzato al letto da grossi banchi calcarenitici e calciruditici, al tetto da un insieme di strati duri calcarenitici giallastri, di potenza 50 – 70 cm, in alternanza a strati teneri marnosi di eguale spessore, con rapporto 1:1.

Affiora diffusamente nel territorio in esame, comprendendo in particolare il centro urbano e la zona industriale

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	10 / 29

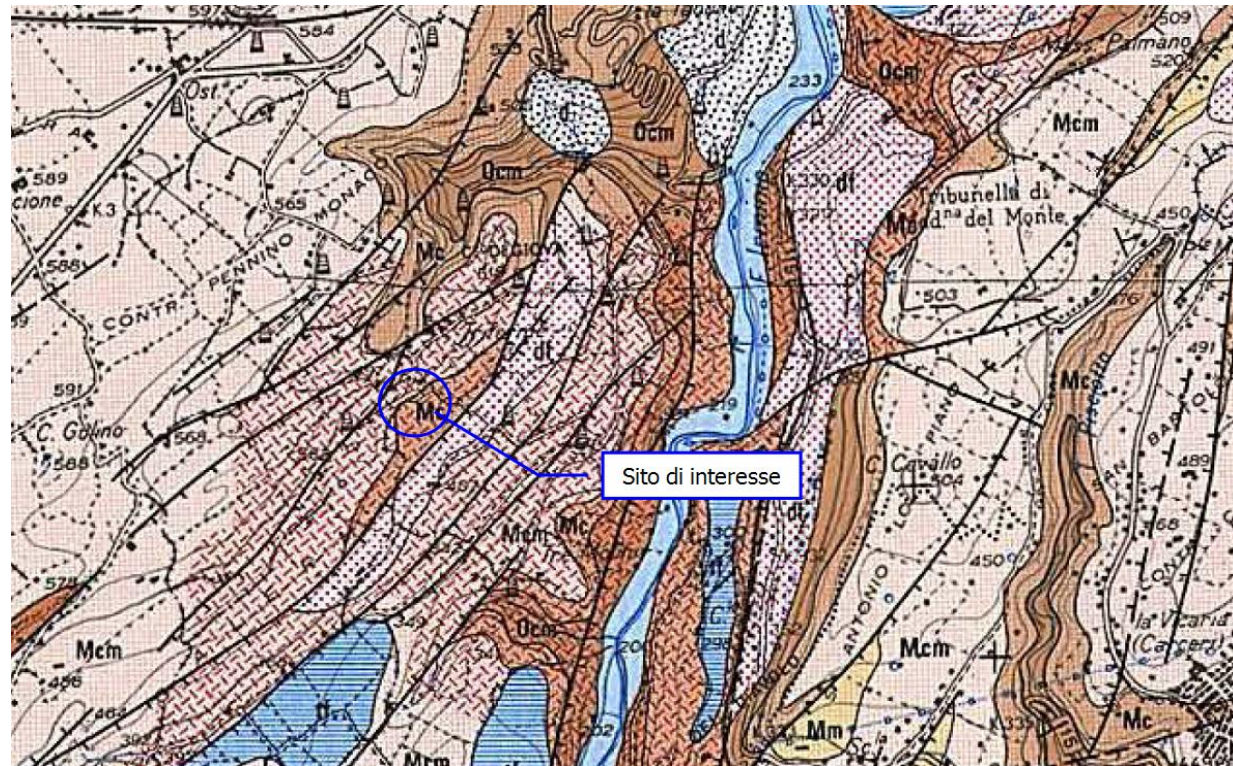
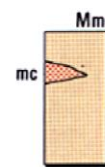


Figura 7 - Stralcio carta geologica provincia di Ragusa - Istituto di geologia e geofisica - Università di Catania

- a) Frane di crollo (f) e detrito di falda (df) ubicati ai piedi di scarpate di faglia. Si tratta di breccie ad elementi carbonatici con matrice carbonatica a granulometria sabbiosa, a volte parzialmente stabilizzate per fenomeni di cementazione dovuta a circolazione vadosa di acque. **PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE.**
- b) Coni di detrito. Sono costituiti da ghiaie ad elementi carbonatici subarrotondati con scarsa matrice costituita da sabbie carbonatiche e limi neri. Sono distribuiti prevalentemente nella zona pedemontana lungo l'allineamento di faglie Comiso - Chiaramonte Gulfi allo sbocco dei principali torrenti. Verso la Piana di Vittoria passano lateralmente e gradualmente a Qg. **PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE.**
- tf
Alluvioni fluviali terrazzate, distribuite in vari ordini, costituite da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa generalmente arrossata, che raggiungono spessori fino a oltre 10 metri. **PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE.**



Formazione Tellerò - Marne grigio-azzurre a frattura subconcoide (Mm). Le marne contengono faune a *Sepia* spp. e coralli: *Aplocyathus pyramidatus* e *Acanthocyathus laterocristatus* a Poggio Musenna. Nella zona di S. Giacomo-Frigintini e nell'alta valle del Fiume Tellerò alla base della formazione sono presenti *Orbulina suturalis* e *Orbulina universa*. I livelli apicali affioranti presso la falesia di Scoglitti contengono *Globigerinoides obliquus extremus*, *Neogloboquadrina acostaensis*, *Neogloboquadrina humerosa* e *Brizalina spathulata*. Lo spessore affiorante varia da poche decine di metri nelle aree meridionali ad alcune centinaia di metri nelle aree più settentrionali (Giarratana, alto bacino del Fiume Irmínio), dove si intercalano orizzonti costituiti da alternanze calcareo-marnose di spessore da metrico a decametrico (mc) di cui solo i più potenti sono stati cartografati. **SERRAVALLIANO-TORTONIANO SUPERIORE.**



Formazione Ragusa: Mb. Irmínio - La parte mediana di questa successione comprende strati di calcareniti grigiastre spesse mediamente da 30 a 60 cm in alternanza con strati calcareo-marnosi di uguale spessore. Lo spessore varia da una decina di metri nelle aree meridionali del plateau ibleo fino a circa sessanta metri nelle aree a nord di Ragusa. Gli strati calcareo-marnosi contengono faune planctoniche a *Globoquadrina dehiscentes*, *Globigerinoides altiapertura*, *Globigerinoides trilobus*, *Praeorbulina sicana*. **BURDIGALIANO SUPERIORE-LANGHIANO INFERIORE.**













Formazione Ragusa: Mb. Irmínio - L'intervallo inferiore di questo membro è costituito da calcareniti e calciruditi bianco-grigiastre o bianco-giallastre di media durezza, in banchi di spessore variabile talvolta fino a 10 metri, separati da sottili livelli marnoso-sabbiosi. Localmente presenta stratificazione incrociata con strutture a spina di pesce (Vallone Biddemi, Marina di Ragusa) o *hummocky* (Stazione di Donnafugata). Lo spessore massimo in affioramento non supera i 75 metri. Contiene, soprattutto nella parte alta, un hard-ground fosfatifero (hg₂) di spessore da pochi centimetri fino a qualche decimetro, di colore giallo-brunastro. Nei dintorni di Ragusa (Cava Tabuna e Cozzo Streppenosa) questi livelli sono sede di impregnazioni bituminose. Microfaune scarse e non determinabili ad eccezione di *Miogyopsisina* sp. e rari echinoidi (*Schizaster parkinsoni*). **AQUITANIANO-BURDIGALIANO INFERIORE.**




Formazione Ragusa: Mb. Irmínio - La parte apicale del Membro Irmínio, poco rappresentata in affioramento ad eccezione della zona di Frigintini e San Giacomo-Bellocozzo, è costituita da marne biancastre a frattura concoide in strati di spessore metrico, alternate a strati calcareo-marnosi grigiastri, di spessore medio di 50-60 cm. Lo spessore complessivo è intorno a 50-60 m. Il passaggio al sottostante intervallo calcareo-marnoso così come quello alle soprastanti marne della F.ne Tellerò è concordante ed avviene con gradualità nelle zone dove questo intervallo è rappresentato con gli spessori maggiori. Nelle aree meridionali iblee (bassa valle del Fiume Irmínio, Donnacucata, Marina di Ragusa), dove questo livello ha spessore ridotto o è del tutto assente, i contatti con gli intervalli sotto e soprastanti sono bruschi e repentini. Il contenuto microfaunistico è identico a quello dell'intervallo sottostante tranne che per la comparsa di *Praeorbulina glomerata* e *Praeorbulina transitoria* che indicano il Langhiano. **LANGHIANO.**



Formazione Ragusa: Mb. Leonardo - Alternanza di calcisiltiti di colore biancastro, potenti 30-100 cm e di marne e calcari marnosi biancastri di 5-20 cm di spessore. L'intervallo basale della formazione è caratterizzato da imponenti ed estesi fenomeni di slumping (zona di Montessoro Almo). Nell'area di Comiso, Ragusa e Modica affiora un'alternanza di calcilutiti in strati di 20-30 cm e di marne in spessori di 10-15 cm di colore bianco-crema. Questa unità è riferibile al Mb. Leonardo della F.ne Ragusa. Spessore complessivo affiorante non inferiore a 100 m. I livelli basali contengono associazioni microfaunistiche a *Globorotalia opima opima*, *G. opima nana*, *Globigerina angulituralis*, *G. venezuelana*, *G. ciperoensis*, *Catapsidrax unicus* e *Globoquadrina praedehiscentes*. Nella parte alta sono presenti associazioni a *Globigerina ciperoensis*, *G. praebulloides*, *Globorotalia siakensis*, *G. opima nana* e *Globigerinoides primordius*. Nella zona di Scicli si osservano calcilutiti in livelli di 20 cm alternate a marne grigio-verdastre spesse in media 40 cm. Microfaune a *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina tripartita*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina sellii*, *Catapsidrax dissimilis* e *Globorotalia opima opima* (Zona a *Globorotalia opima*). **OLIGOCENE SUPERIORE.**

-  Zone di intensa deformazione cataclastica lungo le principali faglie.
 -  Limiti stratigrafici (a tratto se presunti).
 -  Orli di terrazzi marini.
 -  Faglie normali a tratto ove presunte (dentri sulla parte ribassata), le frecce indicano componenti orizzontali di movimento.
 -  Faglia inverse, a tratto ove presunte (triangoli sulla parte rialzata).
 -  + orizzontali
 -  X 5°-10°
 -  < 10°-45°
 -  / 45°-85°
 -  / verticali
- } Direzione ed inclinazione degli strati.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	11 / 29

4.2. CARATTERISTICHE GEO-LITOLOGICHE LOCALI

Il rilevamento geologico dell'area, correlato ai dati bibliografici provenienti da indagini geognostiche effettuate nell'area, ha permesso di ricostruire la seguente successione dall'alto verso il basso:

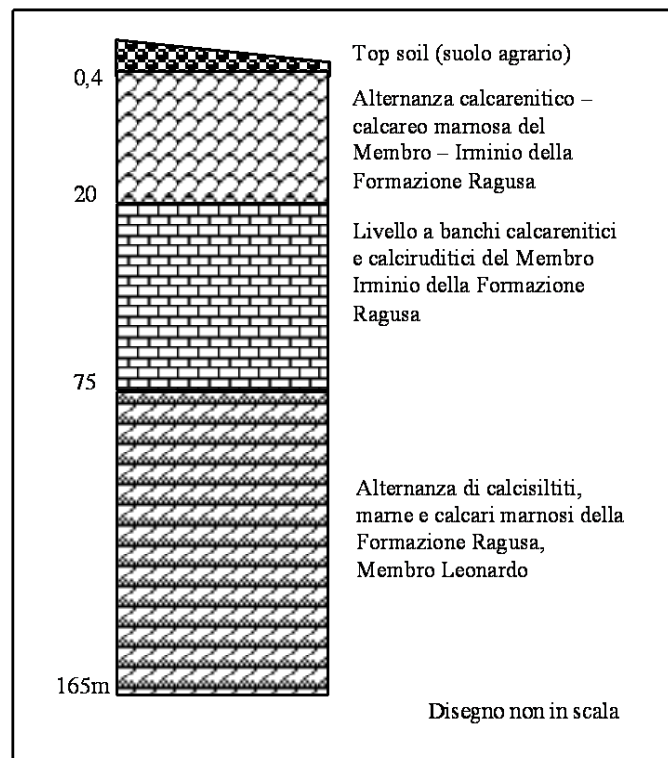



Figura 8 – Colonna stratigrafica locale

- Il **top soil** ha uno spessore massimo di 40 cm ed è costituito da materiale sabbioso-limoso di natura detritica di colore rossastro con intercalazioni di ciottoli calcarenitici.
- In corrispondenza degli alvei fluviali, si rinvencono modesti affioramenti di **depositi alluvionali, attuali e recenti**. Detti depositi sono rappresentati da elementi calcarenitici sub-arrotondati, con dimensioni molto variabili, comprese tra i ciottoli ed i massi, frammisti a ghiaie e sabbie.
- Alternanza calcarenitico - calcareo marnosa del **Membro Irmínio della Formazione Ragusa** (età *Burdigaliano superiore - Langhiano inferiore*), costituita da calcari biancastri duri alternati a calcari marnosi meno duri mediamente cementati e ben classati, in strati di spessore medio fra 20 e 40 cm, con giacitura sub-orizzontale, da scarsamente a mediamente fratturati, e avente localmente una potenza media di circa 20 m.

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	12 / 29

- Livello a banchi calciruditici alternati a sottili strati calcarenitico-marnosi del **Membro Irminio della Formazione Ragusa** (età Aquitaniano – Burdigaliano inferiore), dato da banchi calciruditici compatti di spessore variabile talvolta fino a 10 metri separati da sottili livelli marnoso sabbiosi. Lo spessore massimo in affioramento non supera i 55 metri.
- **Formazione Ragusa - Membro Leonardo** (età Oligocene Superiore), è costituita da un'alternanza di calcisiltiti di colore biancastro, potenti 30 - 100 cm, e di marne e calcari marnosi in strati di 5 - 20 cm di spessore. Lo spessore totale può raggiungere 80-90 m.

Va altresì ricordato che l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di strutture tettoniche tipo faglie dirette, sia a piccola che a grande scala, con andamento prevalente NE-SW, alcune delle quali con componente trascorrente, che hanno determinato una struttura ed una morfologia a blocchi tipo horst e graben. La stratificazione delle sopramenzionate formazioni, diventa quindi molto alterata e verticalizzata in corrispondenza delle zone di intensa deformazione cataclastica lungo le principali faglie.

5. IDROGEOLOGIA

5.1. IL SISTEMA IDROGRAFICO


L'area ricade nel tratto mediano del bacino del Fiume Irminio, che rappresenta l'elemento primario del sistema idrografico; l'alveo dell'Irminio in corrispondenza dell'area in esame presenta un deflusso superficiale perenne, garantito dalla diga di S. Rosalia a monte che modula durante l'anno le portate di deflusso.

L'assetto idrogeologico dell'area in esame è fortemente influenzato sia dalla presenza di fenomeni carsici, sia dal fitto reticolo di faglie, che creano un'intensa fratturazione, via di flusso importante sia ai fini dell'infiltrazione delle acque superficiali, sia per il deflusso idrico profondo.

5.2. STRUTTURA IDROGEOLOGICA

Nell'area in esame è presente un acquifero libero contenuto nei calcari della Formazione Ragusa, dotato di un elevato grado di permeabilità per fessurazione (di origine tettonica e carsica).

Il limite superiore dell'acquifero coincide con la superficie piezometrica stessa, il limite inferiore è invece costituito dai livelli marnosi della porzione basale della Formazione Ragusa.

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	13 / 29

Il complesso calcarenitico e calcareo-marnoso in cui ha sede l'acquifero presenta caratteristiche di permeabilità variabili in senso orizzontale, in relazione alla fratturazione ed al grado di carsificazione della roccia.

La permeabilità e la capacità di immagazzinamento dell'acquifero aumentano, spesso sensibilmente, con la profondità.


L'alimentazione avviene per infiltrazione delle acque meteoriche nelle aree di affioramento dei livelli calcarei della Formazione Ragusa, posti a nord dell'area in esame, costituenti l'esteso altopiano ibleo.

5.3. PIEZOMETRIA

L'andamento delle curve isopiezometriche relative all'area considerata, come visibile in *Figura 9* evidenzia per il sito in esame un deflusso idrico sotterraneo preferenziale orientato verso sud-est, con una profondità della superficie piezometrica, dal piano campagna di circa 130 m (salvo variazioni del livello freatico legate ad eventi pluviometrici eccezionali).

6. CONDIZIONI DI RISCHIO GEOLOGICO

In *Figura 12*, *Figura 10*, *Figura 11* si riportano le cartografie relative alle condizioni generali di rischio geologico riportate negli strumenti urbanistici e di pianificazione territoriale (PRG, Micro-zonazione sismica), eventualmente integrati con dati di pericolosità e rischio geologico a scala locale.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	14 / 29

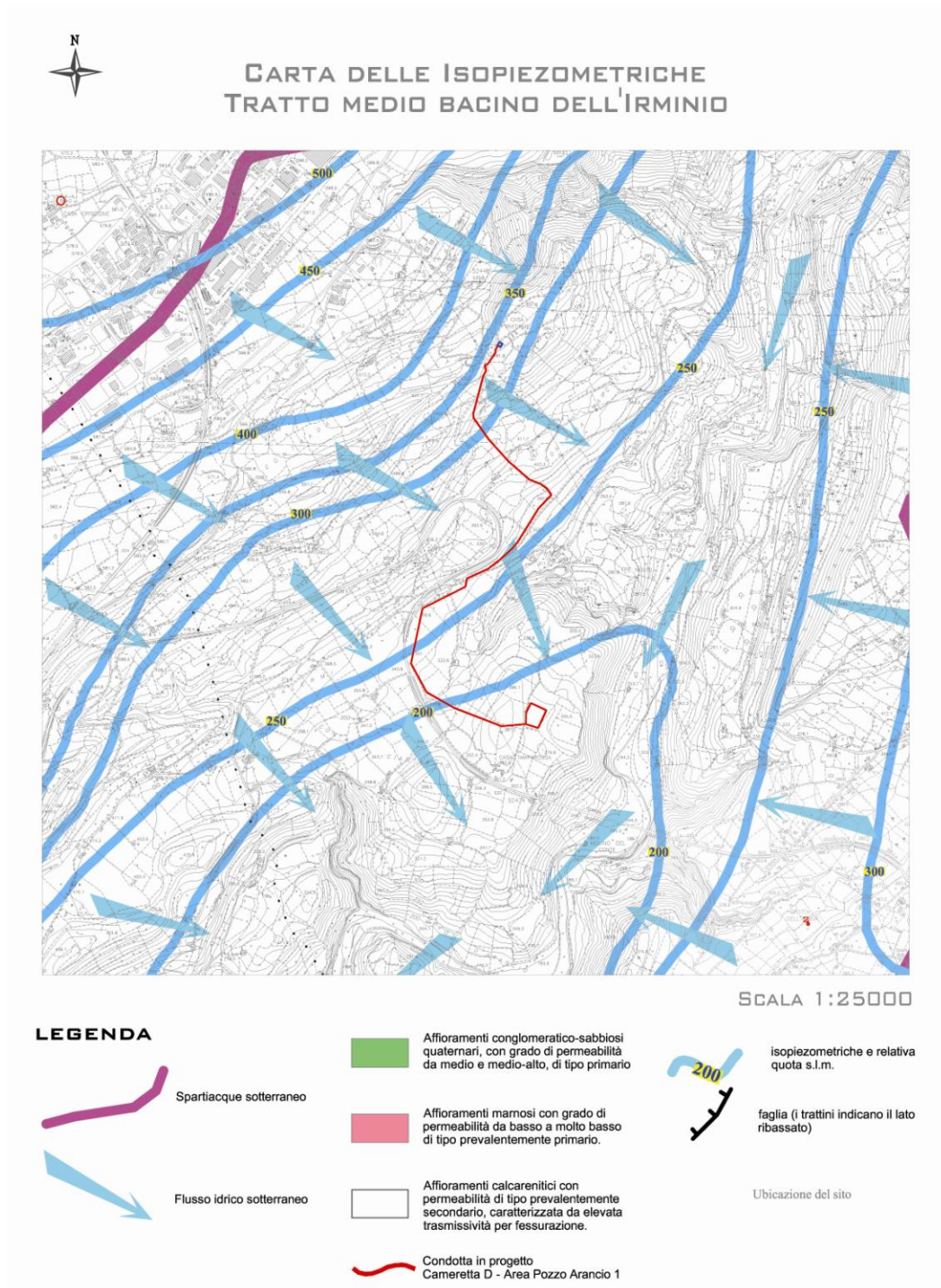

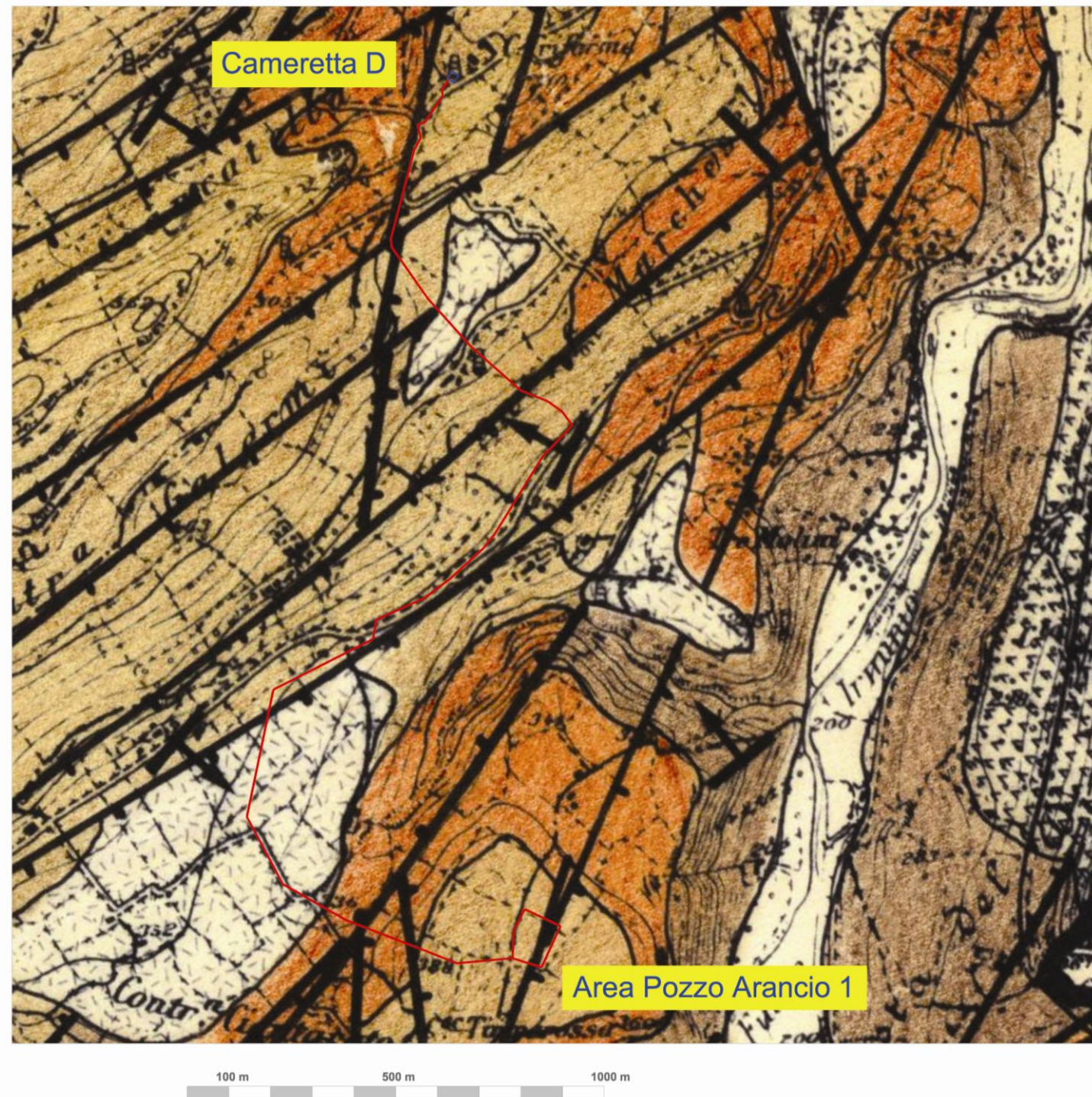


Figura 9 – Stralcio carta idrogeologica P.T.P.

























 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	15 / 29



CARTA GEOLOGICA

STRALCIO DA PRG ALLA SCALA 1:25000

LEGENDA

	DISCARICHE
	DETRITI E COPERTURE FLUVIALI
	FRANE
	SPIAGGE ATTUALI E DUNE
	ALLUVIONI FLUVIALI E FONDI PALUSTRI (a) - CONI DI DEIEZIONE (b)
	TERRAZZI FLUVIALI
	DEPOSITI PALUSTRI ANTICHI PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE
	SABBIE GIALLE, CALCARENITI ORGANOGENE E CONGLOMERATI E GHIAIE POLIGENICI PLEISTOCENE MEDIO E SUPERIORE
	CALCARENITI E SABBIE GIALLASTRE E CALCERUDITI ORGANOGENE (a); CALCARENITI PASSANTI A SEDIMENTI LIMNICI (calcarei marnosi, silti e travertini) PLEISTOCENE INFERIORE
	MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI (trubi) PLOCENE INFERIORE
	MARNE ORIGIO AZZURRE E MARNE CALCAREE GIALLASTRE DELLA FORMAZIONE TELLARO LANGHIANO - MESSINIANO
	ALTERNANZA CALCARENITICO MARNOSA DEL MEMBRO IMMINO DELLA FORMAZIONE RAGUSA BURDIGALIANO
	LIVELLO A BANCONE CALCARENITICO DEL MEMBRO IMMINO DELLA FORMAZIONE RAGUSA AQUITANTANO
	ALTERNANZA CALCAREO MARNOSA DEL MEMBRO LEONARDO DELLA FORMAZIONE RAGUSA OLIGOCENE SUPERIORE
	FAGLIE (i trattini indicano il labbro ribassato)
	FAGLIE PRESINTE (i trattini indicano il labbro ribassato)
	TRACCIA DEI PROFILI
	LIMITI GEOLOGICI
	IMMISSIONE ED INCLINAZIONE DEGLI STRATI
	0° - 5°
	6° - 15°
	16° - 25°
	26° - 40°
	> 40°



 Condotta in progetto
Cameretta D - Area Pozzo Arancio 1

Figura 10 – Stralcio Carta geologica da PRG

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	16 / 29

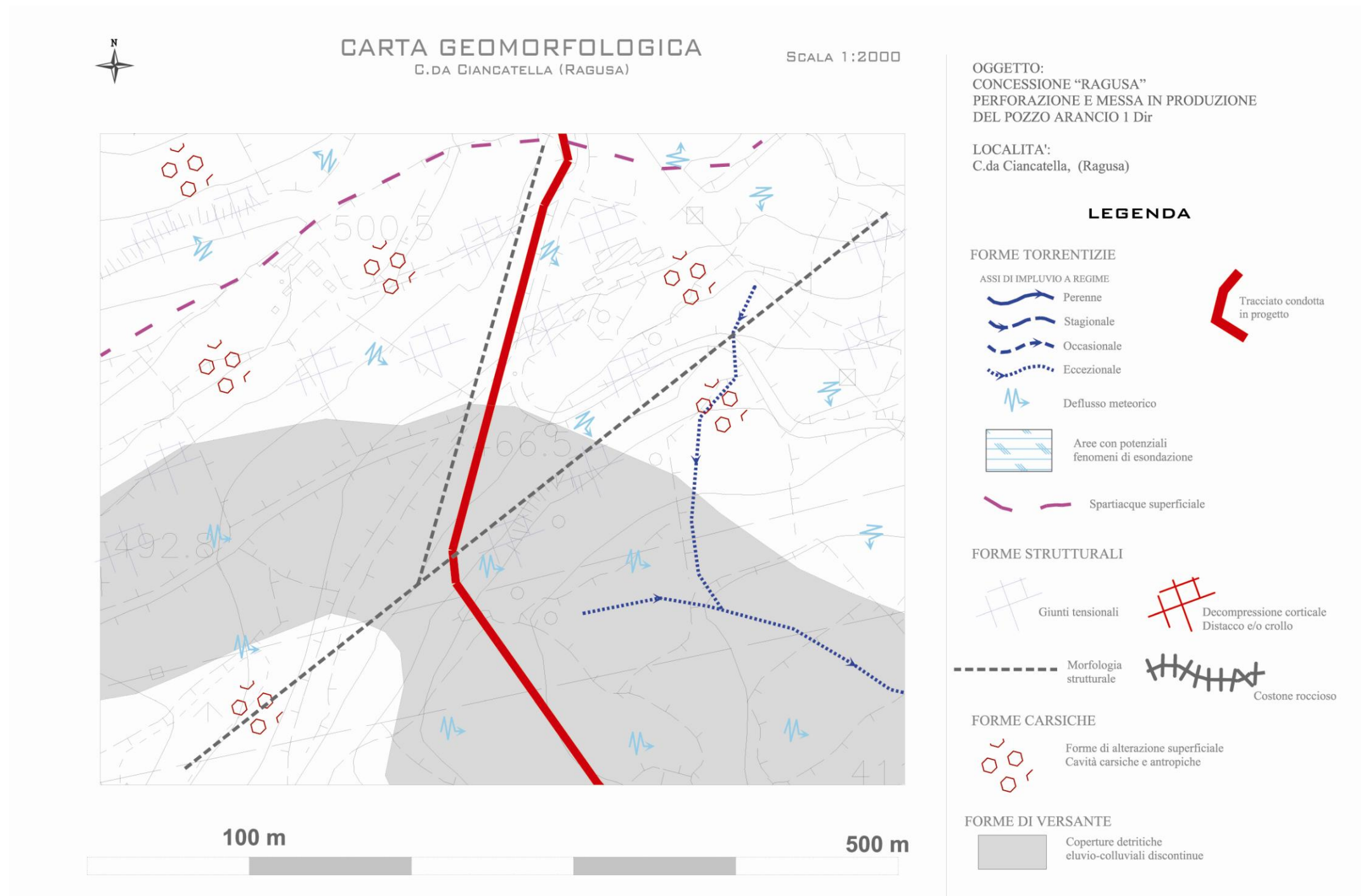



Figura 11 – Carta geomorfologica (da verifica di campo)

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	17 / 29

7. CLASSIFICAZIONE DEL DISSESTO SECONDO IL PAI

La classificazione del dissesto individuato con la sigla 082-7RA-029, secondo la relazione PAI per i bacini 082-083, è schematizzata nella tabella sottostante (*Tabella 7.1*), dove l'area considerata è stata classificata con livello di pericolosità P0 e rischio R1.

<i>Tabella 7.1 - Pericolosità e Rischio dei dissesti censiti nel Comune di Ragusa</i>							
Codice dissesto	Località	Tipologia dissesto	Stato attività	Litologia	Livello di Pericolosità	Elementi di rischio	Livello di rischio
082 7RA 029	Contrada Ciancatella	T2 Scorrimento	Stabilizza- ta natu- ralmente o artificial- mente	Rocce Carbona- tiche	P0	E1-E2-E3	R1

Nella scheda dei dissesti "CLASSIFICAZIONE FRANA" (cap. 8, PAI) per la tipologia T2, è riportata la seguente definizione: SCORRIMENTO, ".....vi è uno spostamento lungo una o più superfici ove viene superata la resistenza al taglio."

Sulla base della relazione PAI di bacino, l'area, individuata con il codice **082-7RA-029**, rientra nell'ambito delle frane **STABILIZZATE naturalmente o artificialmente** e pertanto non figura nell'elenco degli interventi di consolidamento previsti (*Relazione per i bacini idrografici del F. Irminio, del T. di Modica ed area intermedia 082 – 083, cap. 3, Piano degli interventi per la mitigazione del rischio geomorfologico*).

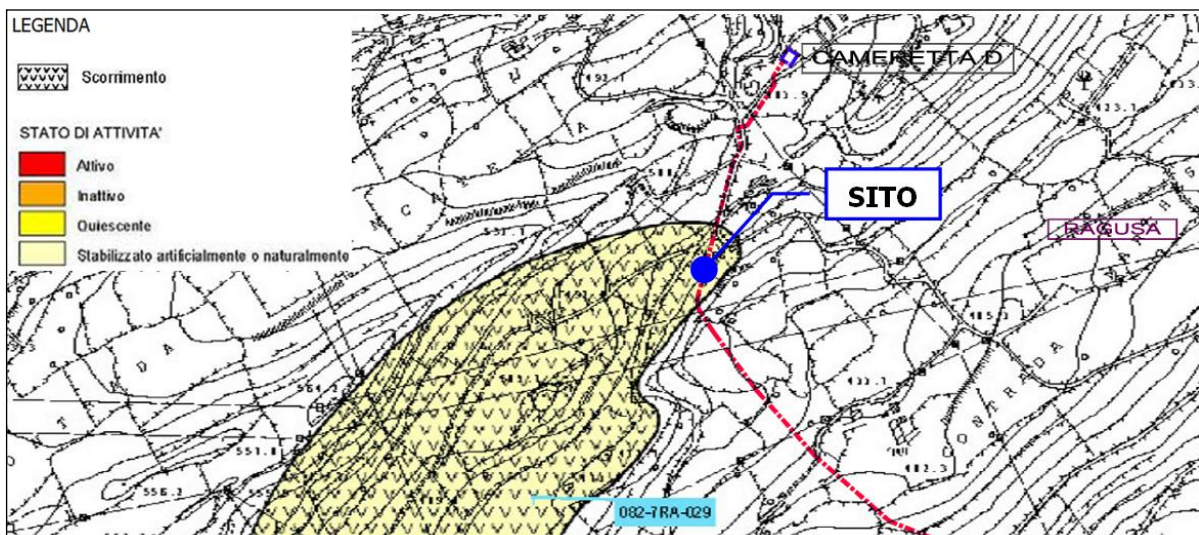



Figura 12 - Stralcio cartografia PAI


 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	18 / 29

Nella classificazione del rischio, riportata al cap. 11 delle Norme di Attuazione, art. 2, tab.11.1, la categoria **R1: RISCHIO MODERATO**, *"Quando i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali.* Nel caso specifico, **allo stato attuale non sono presenti elementi a rischio nell'ambito del sito in esame**, per nessuna delle tipologie previste E1, E2, E3, E4.

In riferimento all'art. 8, cap. 11, sono previste le seguenti prescrizioni:

- punto 8, *"Nelle aree a pericolosità **P2, P1** e **P0**, è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali e attuativi, e di settore vigenti, corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa in vigore ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativo".*
- Per le aree a pericolosità geomorfologica **P0**, l'attività edilizia e di trasformazione del territorio, contenuta negli strumenti urbanistici generali o attuativi, relativa agli elementi E1, E2 E3, E4, non risulta subordinata alla verifica della compatibilità geomorfologica, effettuata sulla base di studi redatti secondo gli indirizzi contenuti nell'Appendice A.

Tuttavia, secondo le indicazioni di cui al punto 9, *"Tutti gli studi geologici di cui ai commi precedenti devono tener conto degli elaborati cartografici del P.A.I., onde identificare le interazioni fra le opere previste e le condizioni geomorfologiche dell'area nel contesto del bacino idrografico di ordine inferiore".*

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	19 / 29

8. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DI DETTAGLIO

8.1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO

La modellazione geotecnica del sito evidenzia la presenza di due orizzonti litotecnici principali, rappresentati dall'alto verso il basso, da una copertura superficiale di materiali detritici di versante, con ciottoli e blocchi carbonatici a spigoli vivi, o poco smussati, frammisti a ghiaie e materiali fini sabbioso-limosi, con trovanti in massi lapidei a spigoli vivi. In sito lo spessore massimo è stimabile nell'ordine di $\Delta H \approx 3,00 - 4,00$ m.

Il livello litotecnico sottostante è costituito da strati calcereo-marnosi mediamente fessurati, con grado di alterazione medio.

Date le oggettive difficoltà di campionatura dei materiali detritici in sito e di determinazione in laboratorio dei relativi parametri geotecnici caratteristici, è stata applicata la *metodologia di classificazione di Hoek e Brown*.

Tale metodologia, seppure con un approccio indiretto, considerando le caratteristiche litologiche, tessiture, geomeccaniche e tensionali, dei materiali in sito, consente la determinazione dei valori di riferimento dell'angolo di attrito φ e della coesione c .

8.2. CRITERIO DI HOEK-BROWN

La forma generale del criterio di rottura di Hoek & Brown è la seguente:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \left[m \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + s \right]^{0.5}$$


m, s = costanti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso;

σ_{ci} = resistenza alla compressione monoassiale della roccia intatta;

$\sigma_1 \sigma_3$ = sforzi principali maggiore e minore in tensioni efficaci.

La determinazione dei parametri a, s, m , è funzione della qualità dell'ammasso roccioso, espressa numericamente dall'indice GSI (Geological Strength Index).

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right)$$

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	20 / 29

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$


La resistenza alla compressione dei materiali J.C.S. (Joint Wall Compression Strength), relativa agli elementi lapidei integri è stata determinata attraverso la relazione:

$$\mathbf{\log_{10} J.C.S.(MPa) = 0,0088 \gamma r + 1,01}$$

Dove: γ (kN/m³) = Peso di volume della roccia; r = Indice di rimbalzo di Schmidt.

Il valore medio di γ , rappresentativo per gli elementi rocciosi integri è pari a: $\gamma = 20$ kN/m³.

L'indice di rimbalzo modale, ottenuto in sito con l'impiego del Martello di Schmidt, ("Schmidt-hammer" NR - PR 310-02-000), previa correzione in funzione dell'angolo d'applicazione dell'urto, correlato con il peso di volume della roccia intatta, ha fornito valori minimi della resistenza a compressione J.C.S. ≈ 20 MPa.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	21 / 29

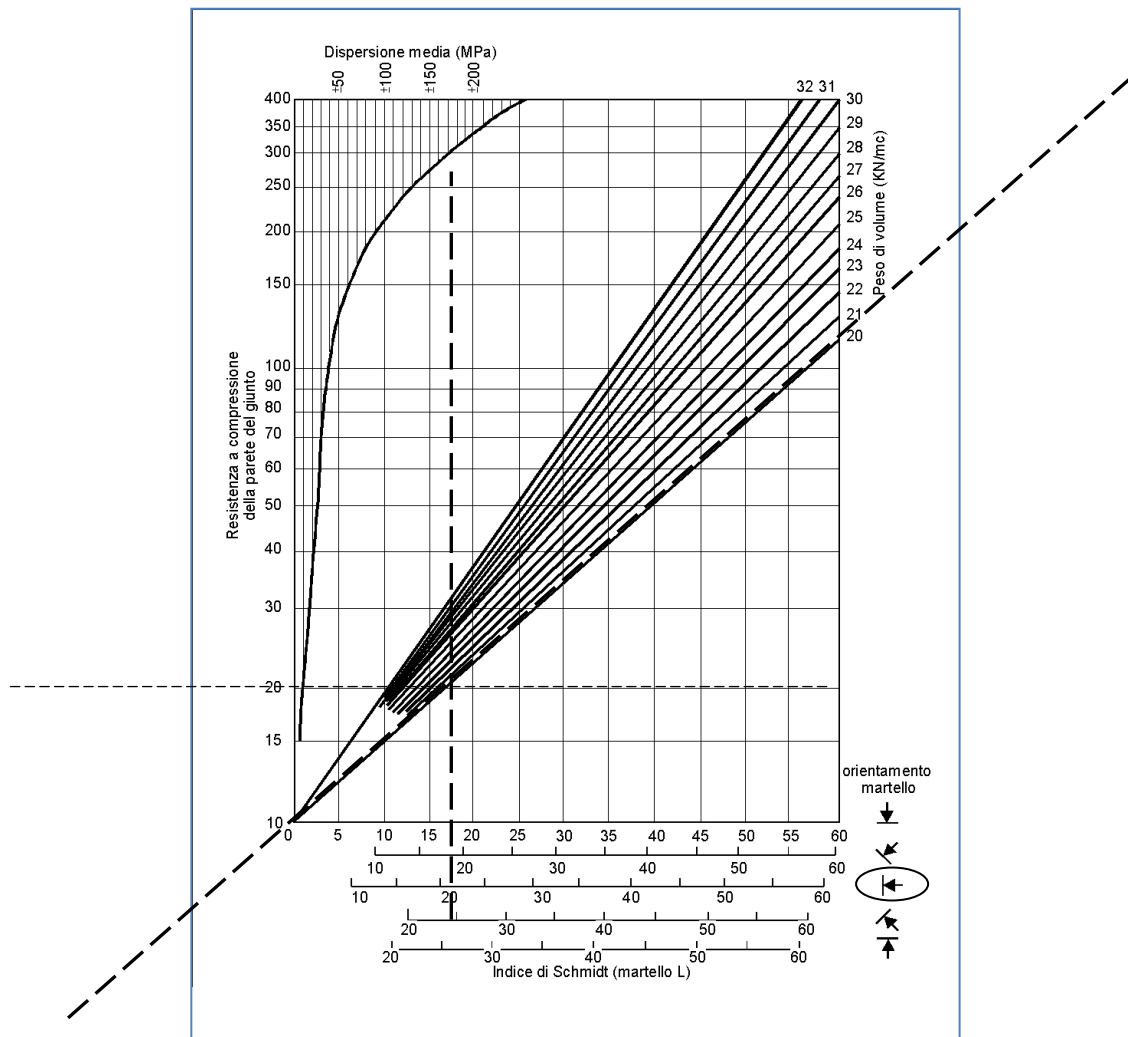



Figura 13 – Abaco di correlazione r - γ -JCS

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	22 / 29

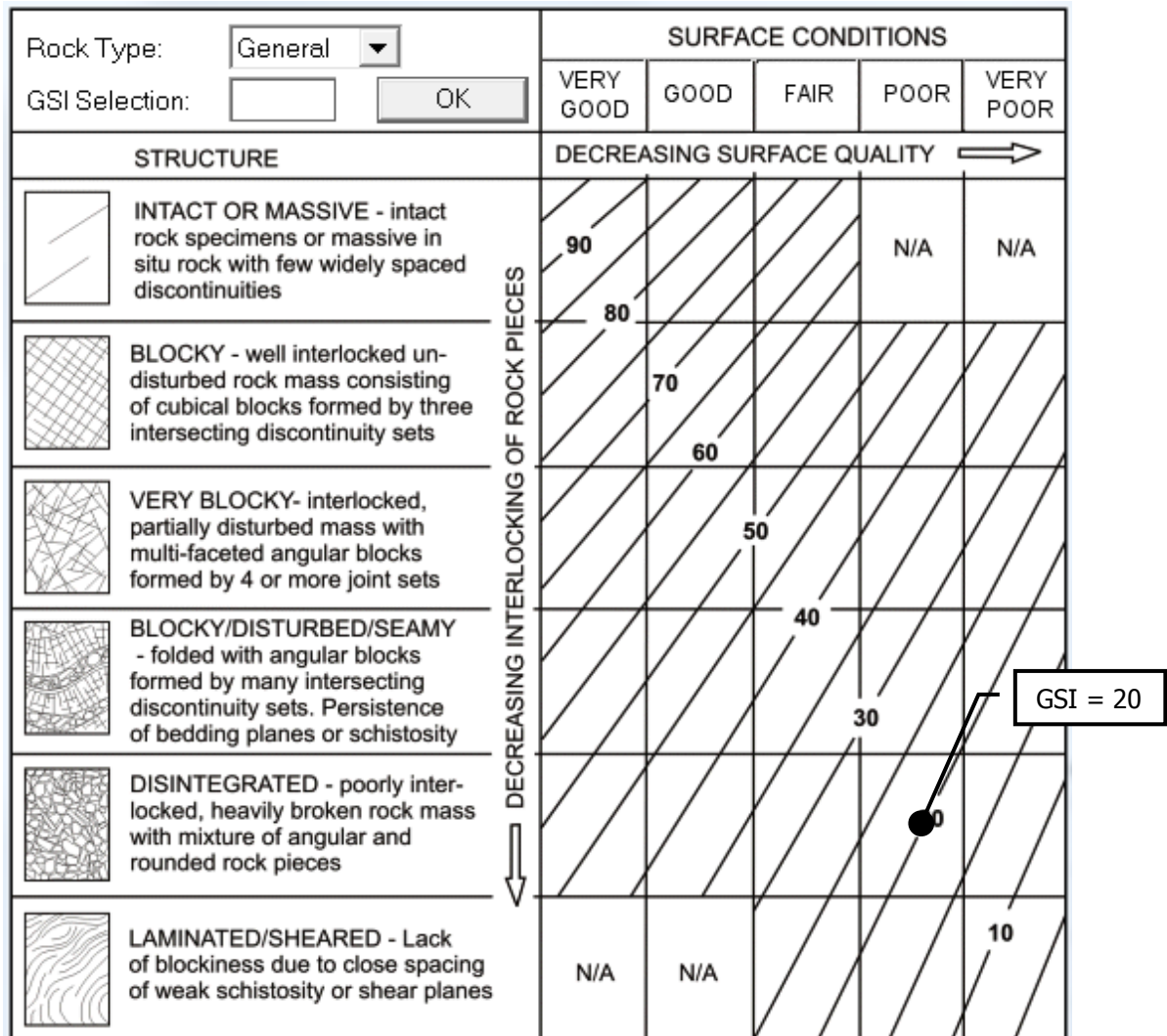



Figura 14 – Grafico per la determinazione di GSI

Il parametro D, variabile da 0 per roccia integra ad 1 per roccia molto alterata, esprime il grado di disturbo dell'ammasso, per effetto della decompressione naturale o delle modalità operative di scavo.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	23 / 29

8.3. MODULO DI DEFORMAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO

$$E_m (GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{((GSI-10)/40)}$$

Per $\sigma_{ci} \leq 100$ MPa

$$E_m (GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot 10^{((GSI-10)/40)}$$


Per $\sigma_{ci} > 100$ MPa

List of Mi Values	Selected Mi Value
<ul style="list-style-type: none"> Breccias 20 ± 2 <li style="background-color: #e0e0e0;">Conglomerates 21 ± 3 Crystalline Limestone 12 ± 3 	Mi Value: <input type="text" value="17"/>
	Filter List
<input checked="" type="checkbox"/> Rock Type <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Sedimentary <input type="radio"/> Igneous <input type="radio"/> Metamorphic 	<input checked="" type="checkbox"/> Texture <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Coarse <input type="radio"/> Medium <input type="radio"/> Fine <input type="radio"/> Very Fine

Figura 15 – INDICE Mi

Pick MR Value by Rock Type:	Estimated Intact Modulus (Ei)
<ul style="list-style-type: none"> Breccias 290 ± 60 <li style="background-color: #e0e0e0;">Conglomerates 350 ± 50 Crystalline Limestone 500 ± 100 	Ei: <input type="text" value="7000"/> MR Value: <input type="text" value="300"/> sigci: <input type="text" value="20"/>
	MR Filter List
<input checked="" type="checkbox"/> Rock Type <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Sedimentary <input type="radio"/> Igneous <input type="radio"/> Metamorphic 	<input checked="" type="checkbox"/> Texture <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Coarse <input type="radio"/> Medium <input type="radio"/> Fine <input type="radio"/> Very Fine


Figura 16 – INDICE Ei

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	24 / 29

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerates 300-400 Breccias 230-350	Sandstones 200-350	Siltstones 350-400 Greywackes 350	Claystones 200-300 Shales 150-250 Marls 150-200
		Non-clastic	Carbonates	Crystalline limestones 400-600	Sparitic limestones 600-800	Micritic Limestones 800-1000
		Evaporites		Gypsum (350)	Anhydrite (350)	
		Organic				Chalk 1000+
Metamorphic	Non-foliated		Marble 700-1000	Hornfels 400-700 Metasandstone 200-300	Quartzites 300-450	
	Slightly foliated		Migmatite 350-400	Amphibolites 400-500	Gneiss 300-750	
	Foliated			Schists 250-1100	Phyllites/Mica Schist 300-800	Slates 400-600
Igneous	Plutonic	Light	Granite 300-550 Granodiorite 400-450	Diorite 300-350		
		Dark	Gabbro 400-500 Norite 350-400	Dolerite 300-400		
	Hypabyssal			Porphyries (400)	Diabase 300-350	Peridotite 250-300
	Volcanic	Lava		Rhyolite 300-500 Andesite 300-500	Dacite 350-450 Basalt 250-450	
		Pyroclastic	Agglomerate 400-600	Volcanic breccia (500)	Tuff 200-400	

Il valore del Modulo di elasticità della roccia integra E_i (MPa) è stato determinato in funzione della resistenza a rottura monoassiale ($\sigma_{igi} = 20$ MPa) degli elementi rocciosi alterati, della natura litologica e della tessitura dei depositi, applicando un coefficiente di riduzione MR pari a 300, caratteristico dei materiali in esame.

Per quanto riguarda il parametro D, in funzione dell'alto grado di disaggregazione dei materiali, è stato considerato un valore $D \approx 1$.

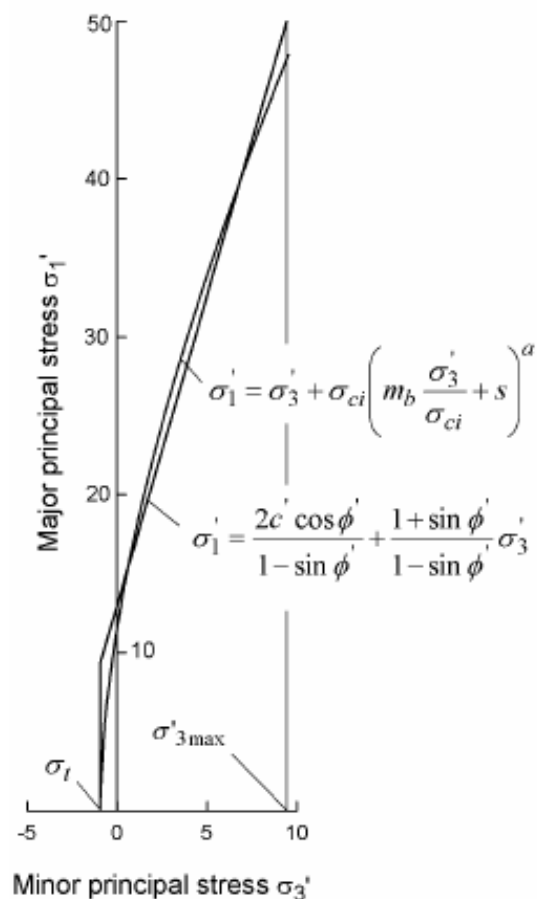
 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	25 / 29


8.4. DETERMINAZIONE DEI VALORI DI C_I E Φ_I

$$\phi' = \sin^{-1} \left[\frac{6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}} \right]$$

$$c' = \frac{\sigma_{ci} \left[(1+2a)s + (1-a)m_b \sigma'_{3n} \right] (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \left(6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1} \right) / ((1+a)(2+a))}}$$

dove $\sigma'_{3n} = \sigma'_{3max} / \sigma_{ci}$



 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	26 / 29

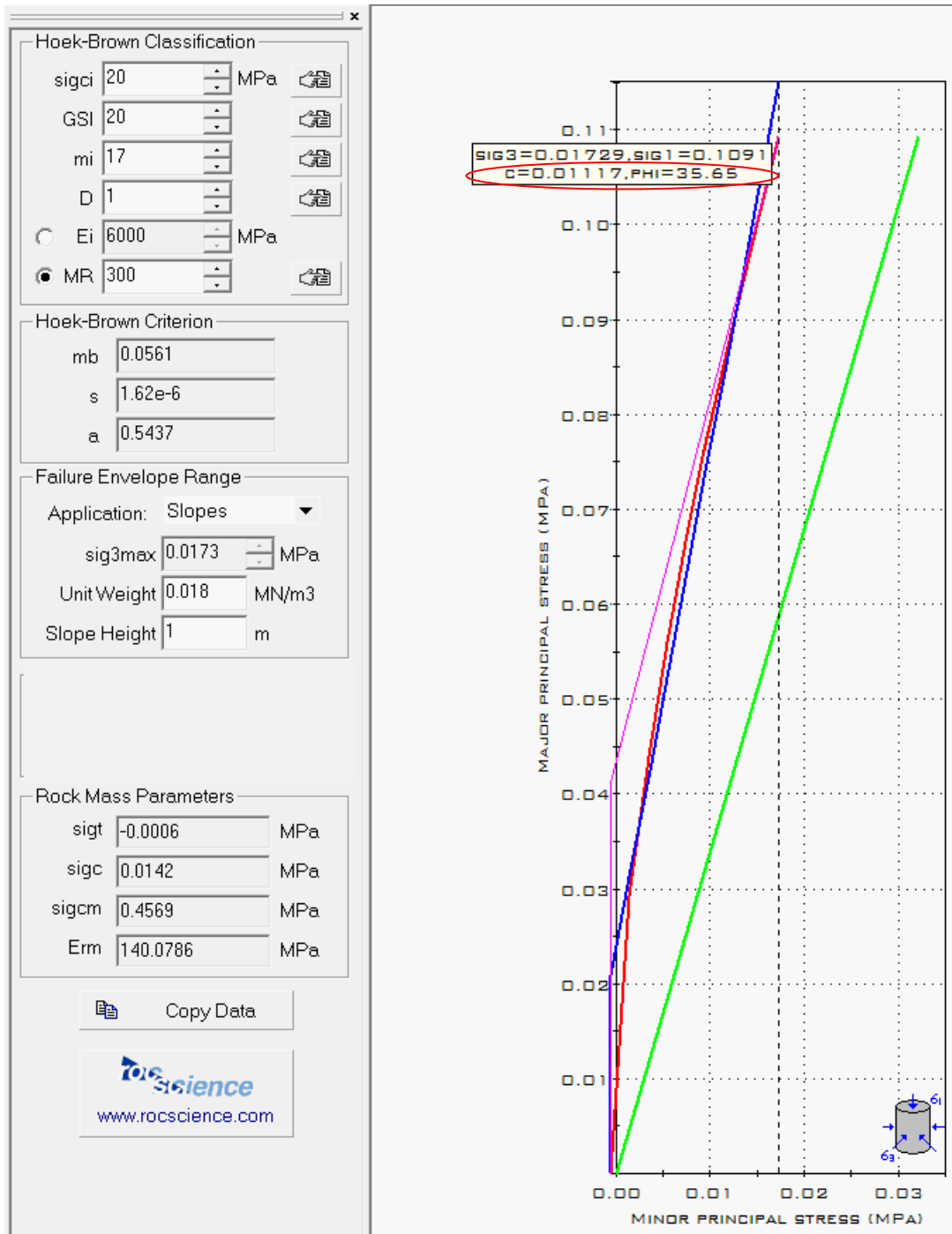



Figura 17 – Elaborazione RocLab

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	27 / 29

9. RIFERIMENTI PROGETTUALI

Le operazioni di scavo della trincea e di montaggio della condotta richiederanno l'apertura di una pista di lavoro. La pista di lavoro normale, per la condotta DN 6" avrà una larghezza complessiva pari a 20,00 m e in ogni caso suddivisa, rispetto all'asse picchettato, in due aree distinte:

- su un lato verrà ricavato uno spazio continuo (A) per il deposito del materiale di scavo della trincea;
- sul lato opposto verrà predisposta una fascia (B) per l'assemblaggio della condotta e per il passaggio dei mezzi necessari alle operazioni di assemblaggio, sollevamento e posa della condotta, nonché per il transito dei mezzi di soccorso, mezzi di trasporto dei rifornimenti, di materiali vari.

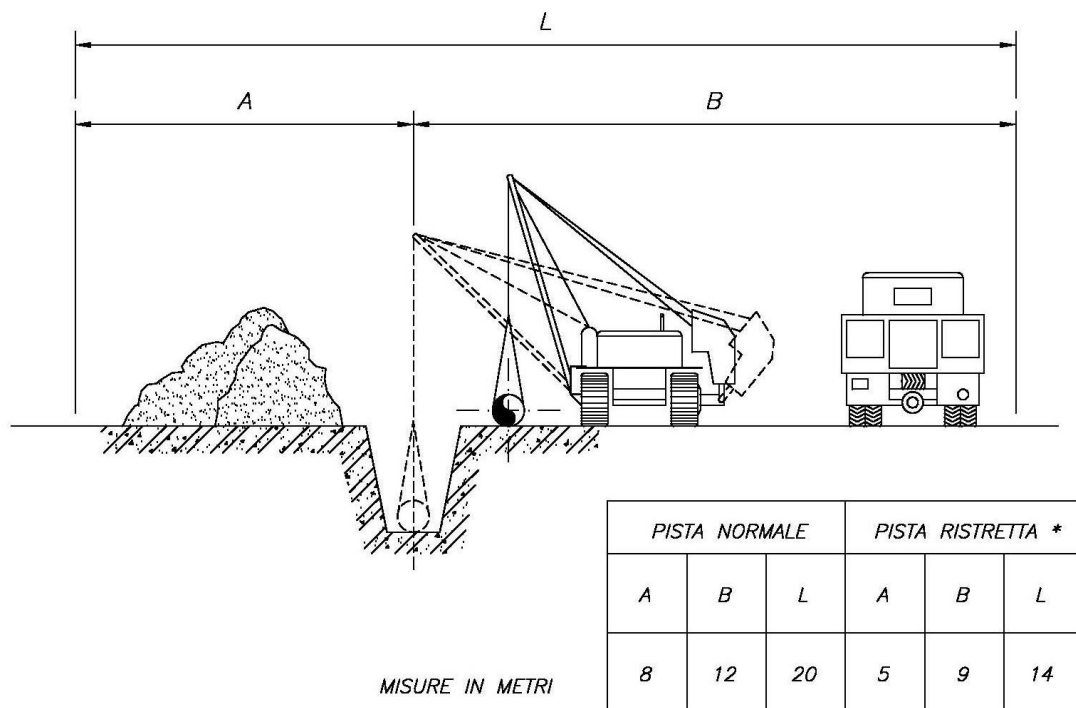



Figura 18 - Dimensioni pista di lavoro

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	28 / 29

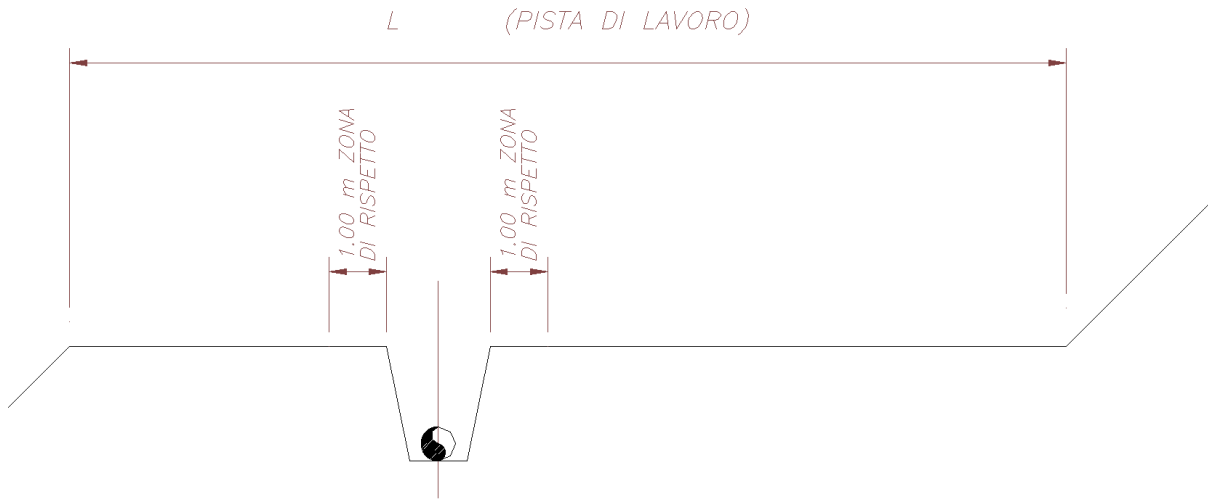


Figura 19- Tipico della sezione di scavo della nuova condotta

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato.

Lo scavo sarà realizzato in modo da mantenere la larghezza minima del fondo scavo, preparando un piano uniforme e continuo di appoggio per la tubazione e assicurando, nel contempo, la copertura minima prevista dal progetto

Al fine di evitare il verificarsi di frane e per mantenere pulito il fondo dello scavo, le pendenze delle pareti della trincea saranno adeguate alla natura del terreno, evitando così interventi successivi.

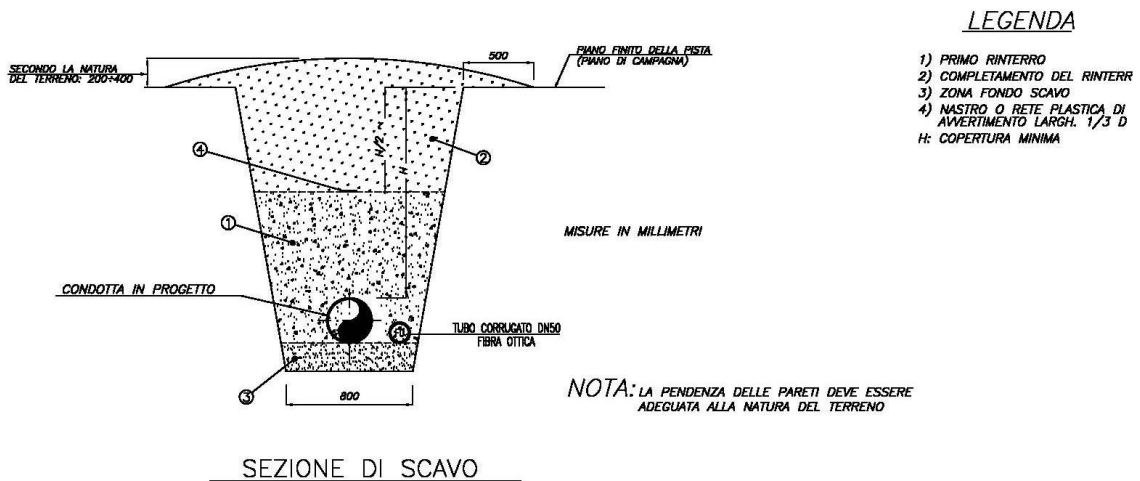



Figura 20 - Tipico della sezione di scavo della nuova condotta

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	SAGE-001/2015/SCG	STATUS CD-BF	REV. N. 00	29 / 29

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito del progetto di perforazione e messa in produzione del pozzo Arancio, ubicato nella porzione meridionale della Concessione di coltivazione "Ragusa", per il tratto di condotta in progetto che interferisce con l'area PAI 082-7RA-029, in funzione degli elementi di carattere geomorfologico, idrogeologico e lito-tecnico, ottenuti attraverso il presente studio di compatibilità geomorfologica, risultano le seguenti considerazioni:

- Nell'area non essendo presenti linee di ruscellamento che interessano direttamente il sito in esame, non si evidenziano problematiche di carattere idraulico.
- La classificazione del dissesto, individuato con la sigla 082-7RA-029, è schematizzata nella tabella sottostante, dove l'area considerata è stata classificata con livello di pericolosità P0 e rischio R1.

Pericolosità e Rischio dei dissesti censiti nel Comune di Ragusa							
Codice dissesto	Località	Tipologia dissesto	Stato attività	Litologia	Livello di Pericolosità	Elementi di rischio	Livello di rischio
082 7RA 029	Contrada Ciancatella	T2 Scorrimento	Stabilizzata naturalmente o artificialmente	Rocce Carbonatiche	P0	E1-E2-E3	R1

- Sulla base della relazione PAI di bacino, l'area individuata con il codice **082-7RA-029**, rientra **nell'ambito delle frane STABILIZZATE naturalmente o artificialmente**.
- Per il sito interessato, allo stato attuale, **non sono presenti condizioni di rischio geomorfologico** per nessuna delle tipologie previste di elementi E1, E2, E3, E4.
- In relazione agli interventi di posa in opera della condotta di collegamento alla cameretta D in progetto, considerate le geometrie delle sezioni in trincea e la tipologia di sistemazione e ripristino dei luoghi, che prevede il completo rinterro dello scavo, **non si evidenziano condizioni potenziali di instabilità globale, per l'area interessata**.
- In termini di stabilità localizzata, le inclinazione dei fronti di scavo saranno adeguate alle caratteristiche geotecniche del volume significativo di terreno, interessato lungo lo sviluppo della trincea di scavo.



Ragusa, ottobre 2015

Geol. Causaprino Donato