

COMUNE DI POZZALLO (Provincia di Ragusa)

Oggetto:

Progetto per la realizzazione di un terminale per il carico e scarico di idrocarburi - gasolio e biodiesel, a servizio di un deposito fiscale, sito nell'area prospiciente la banchina del porto di Pozzallo (RG)



PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

**STUDIO TECNICO-GEOLOGICO-IDROLOGICO-IDRAULICO
PRELIMINARE**

Tav:

2

Data:

Rif.Doc. : **BLANC_PD_02_001**

scala:

Approvazioni:

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione
0			Ing. S. Zaccaro	Ing. S. Zaccaro

Committente :



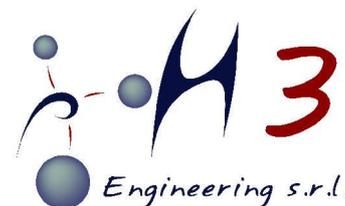
BLANCO PETROLI S.r.l.

pH3 Engineering S.r.l.

Via Caio Duilio, 2 98123 Messina
tel. 090 2925712 fax 090 2324017
e.mail: info@ph3srl.it - www.ph3srl.it



CERTIFICATO N. 13711



Il Progettista:

Ing. Salvatore Zaccaro
(Direttore tecnico)

Gruppo di lavoro:

Ing. Giuseppe Morganti
Arch. Alessia Scimone

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

§

EUROCODICI 7-8
D.P.R. 328/01
D.M. 14-01-2008
CIRC. CSLLPP N. 617/2009

OGGETTO:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN TERMINALE
PER IL CARICO E SCARICO DI IDROCARBURI -GASOLIO E
BIODIESEL AI SENSI DELL'ALLEGATO II AL D.LGS
152/2006 E S.M.I., SITO NELL'AREA PROSPICIENTE LA
BANCHINA DEL PORTO DI POZZALLO (RG)**

INTESTATARIO DEL PROGETTO:

BLANCO PETROLI S.R.L.

MODICA, LUGLIO 2011

N°	ELABORATI GRAFICI	SCALA
1	CARTA E SEZIONE GEOLOGICA	1:5000

GEOLOGO	PROGETTISTA	COMMITTENTE
GEOL. ZOCCO MICHELE		
	FIRMA	FIRMA

PREMESSA

La presente relazione geologico-geotecnica è stata redatta su incarico dell'intestatario del progetto: BLANCO PETROLI S.R.L., in ottemperanza alle direttive prescritte dalla normativa vigente, ed alle indicazioni generali di rischio geologico riportate negli strumenti urbanistici e di pianificazione territoriale:

- D.P.R. 328/01 art. 41
- D.M. 14.01.2008 (all. A-B), (Eurocodici 7 e 8);
- Circ. CSLPP N. 617/2009;
- Circ. 5.8.2009 MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
- Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica del Dipartimento di Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri (Gruppo di lavoro M.S. 2008);
- P.A.I. Sicilia.

MODELLAZIONE GEOLOGICA

1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Secondo la base cartografica dell'I.G.M., scala 1:25000, Foglio 276 della Carta d'Italia, l'area rilevata è compresa tra il settore orientale tav. Sampieri e quello occidentale tav. Pozzallo. In particolare le opere in progetto rientrano in contrada Raganzino, in territorio comunale di Pozzallo, area demaniale antistante la banchina di riva del porto.

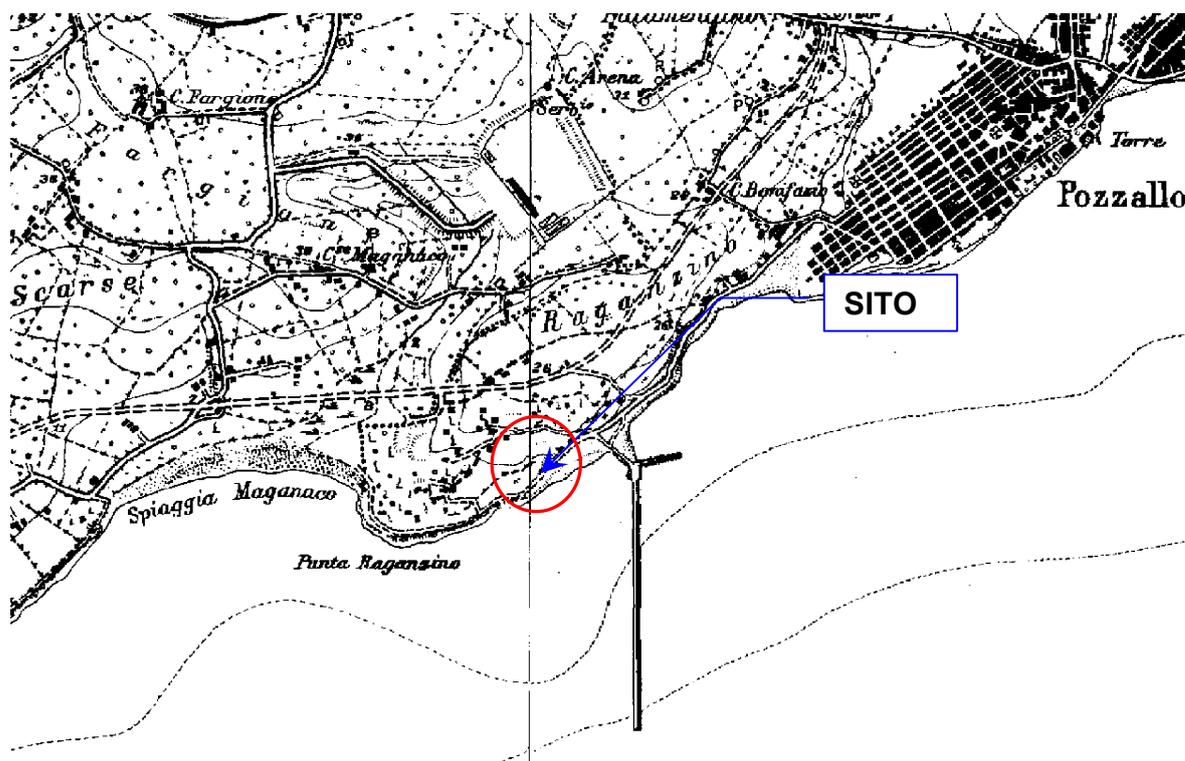


Figura 1 – Stralcio IGM

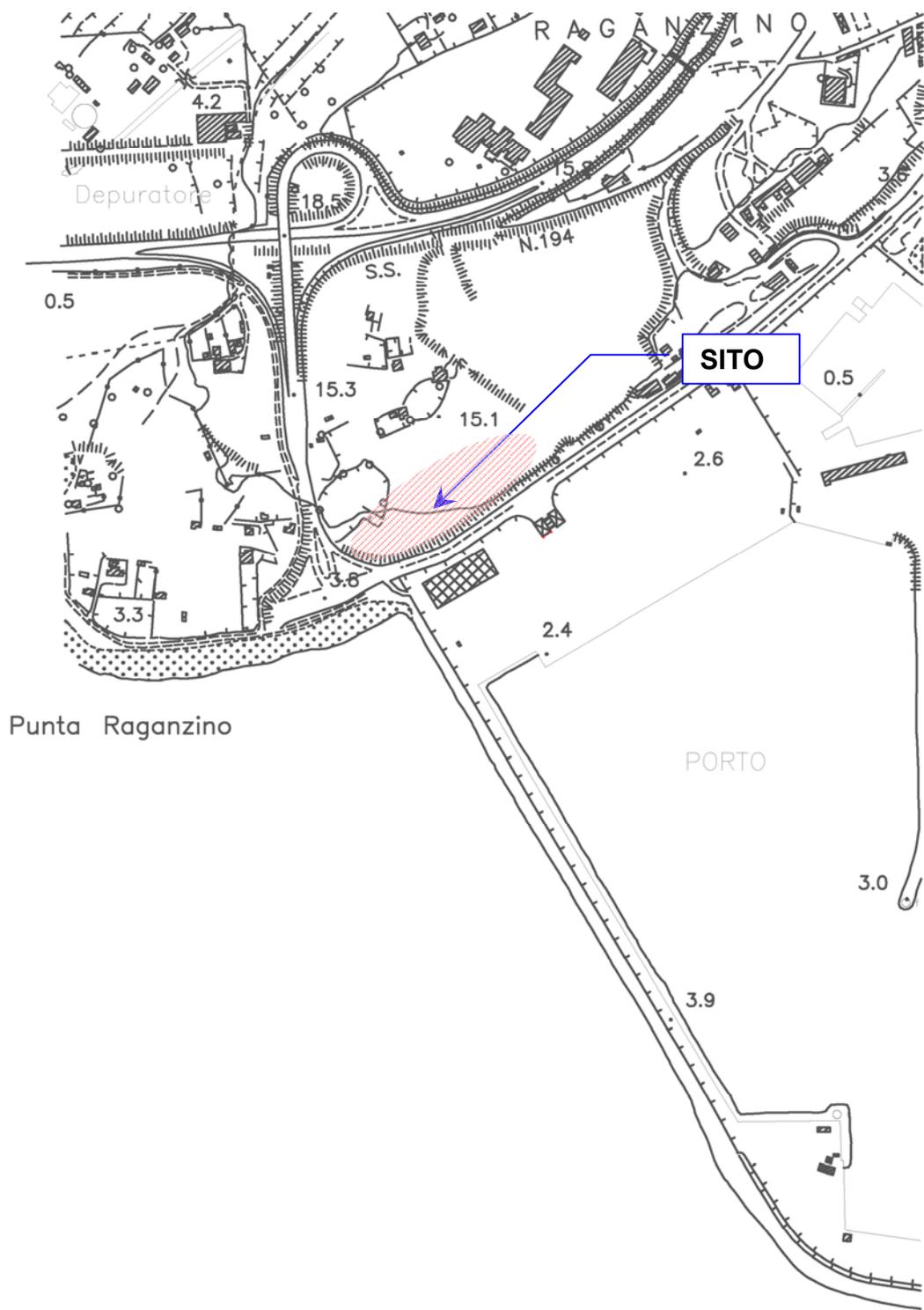


Figura 2 – Stralcio planimetrico di dettaglio

Le coordinate geografiche, sistema WGS84 relative al sito interessato dalle opere in progetto, espresse in gradi sessadecimali, risultano: **36.716839 N – 14.826490 E** long. da Greenwich.

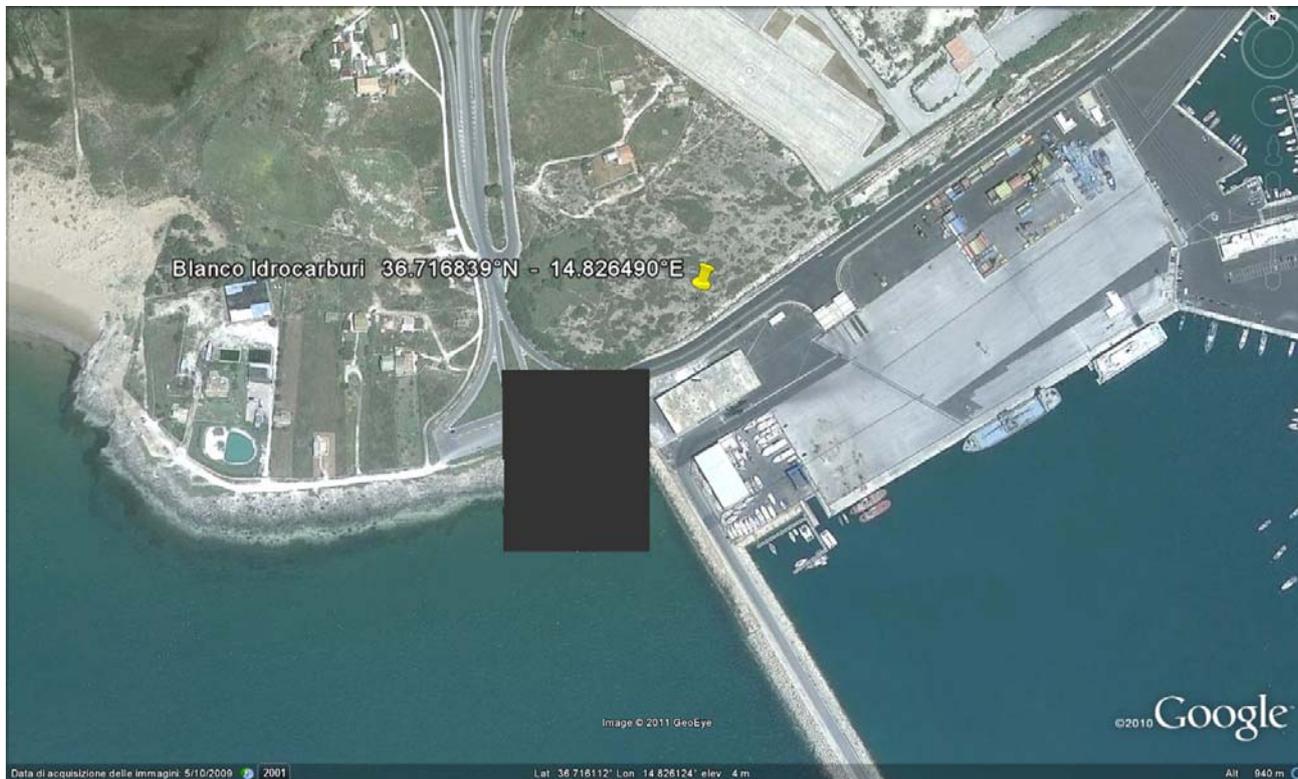


Figura 3 : Ubicazione del sito (da Google)

2) GEOMORFOLOGIA

L'area presenta un andamento sub-pianeggiante degradante verso S, con quote comprese tra il livello del mare e +20 m.

Dal punto di vista geomorfologico generale, nell'area circostante sono presenti coperture eluviali, forme di erosione marina, microforme carsiche di superficie e giunti di tensione sub-verticali.

Le forme antropiche sono rappresentate da viabilità extraurbana, residui di sistemazioni agrarie, trincee e fronti di scavo, edifici isolati e opere portuali.

Negli affioramenti rocciosi non si esclude la possibilità di fenomeni di alterazione al di sotto del mantello detritico superficiale.

Dall'analisi delle caratteristiche idrografiche dell'area non si evidenzia l'esistenza di linee di ruscellamento che interessano direttamente il sito in esame.

Nel dettaglio il sito di sedime è posto ad una quota compresa tra +10 e +2,5 m slm, con una morfologia in rilievo nell'area destinata ai silos di stoccaggio e sub-pianeggiante nella zona attraversata dalle condotte;

La morfologia del sito presenta una pendenza $i \leq 15^\circ$, rientrando nella categoria T1.

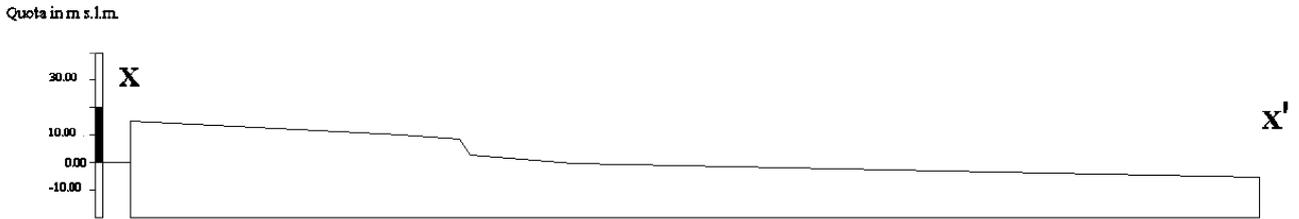


Figura 4: Sezione topografica dell'area

3) IDROGEOLOGIA

In merito ai caratteri idrogeologici, nella zona in esame sono presenti materiali con caratteristiche variabili in termini di grado e tipo di permeabilità.

Le coperture detritiche superficiali sono caratterizzate da permeabilità media di tipo primario, i termini litoidi del substrato calcarenitico-marnoso sono interessati da una permeabilità media di tipo prevalentemente secondario, per fessurazione e carsismo.

Per il sito in esame il deflusso idrico sotterraneo preferenziale è orientato verso sudovest, dove la falda acquifera è rappresentata dal cuneo di intrusione marina, la cui superficie piezometrica è posta a circa 10-12 m dal p.c. (0,00 m s.l.m.).

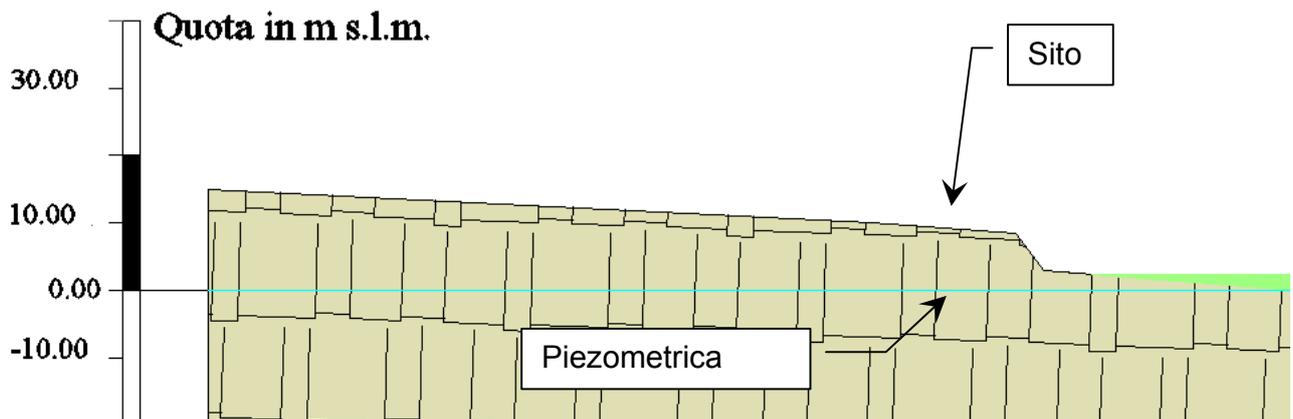


Figura 5 – Sezione idrogeologica di dettaglio

4) GEOLOGIA

Dal rilevamento geologico effettuato nell'area in esame sono stati riscontrati i seguenti termini litologici:

- CALCARENITI E CALCARENITI-MARNOSE

Rappresentano il substrato roccioso prevalente (bedrock), sono costituite da rocce calcarenitiche dure, stratificate e fratturate, aventi colorazione bianco-cristallino e spessore di circa cm 30-50, a queste sono alternati strati calcarenitico-marnosi di colore giallo chiaro, più teneri dei precedenti, spessi circa 50-80 cm.

Inferiormente si passa gradualmente a banchi calcarenitici giallognoli di circa 1-2 m, inglobanti grosse lenti calcarenitiche molto cementate ed alternati a livelletti marnoso-limosi più teneri. I termini più profondi sono costituiti da calcisiltiti e calcisiltiti-marnose di colore cenerino, in strati di 20-40 cm.

Dal punto di vista stratigrafico, considerate le caratteristiche litologiche sopramenzionate, tali termini sono riferibili rispettivamente alla "Alternanza Calcarenitico-Marnosa", al "Livello a Banconi" del Membro Irminio ed al Membro Leonardo della Formazione Ragusa.

Sulla base della letteratura geologica, l'unità litostratigrafica anzidetta, costituita da sedimenti depositatisi in ambiente marino poco profondo, sarebbe ascrivibile cronologicamente all'Oligocene sup. - Miocene inferiore-medio.

- SABBIE MARINE

Costituiscono principalmente il fondale marino costiero, dove sono interessate da consistenti fenomeni di trasporto a seguito di forti mareggiate; lungo il litorale formano depositi di trasporto eolico, talora con cordoni dunali mobili.

- MATERIALI DI RIPORTO

Sono presenti in quantità ed estensione significative nell'area del porto dove raggiungono spessori tra 10 e 15 m. Sono costituiti da inerti di scarto, blocchi in cemento prefabbricati di circa 1 mc ed elementi calcarenitici eterometrici di cava.

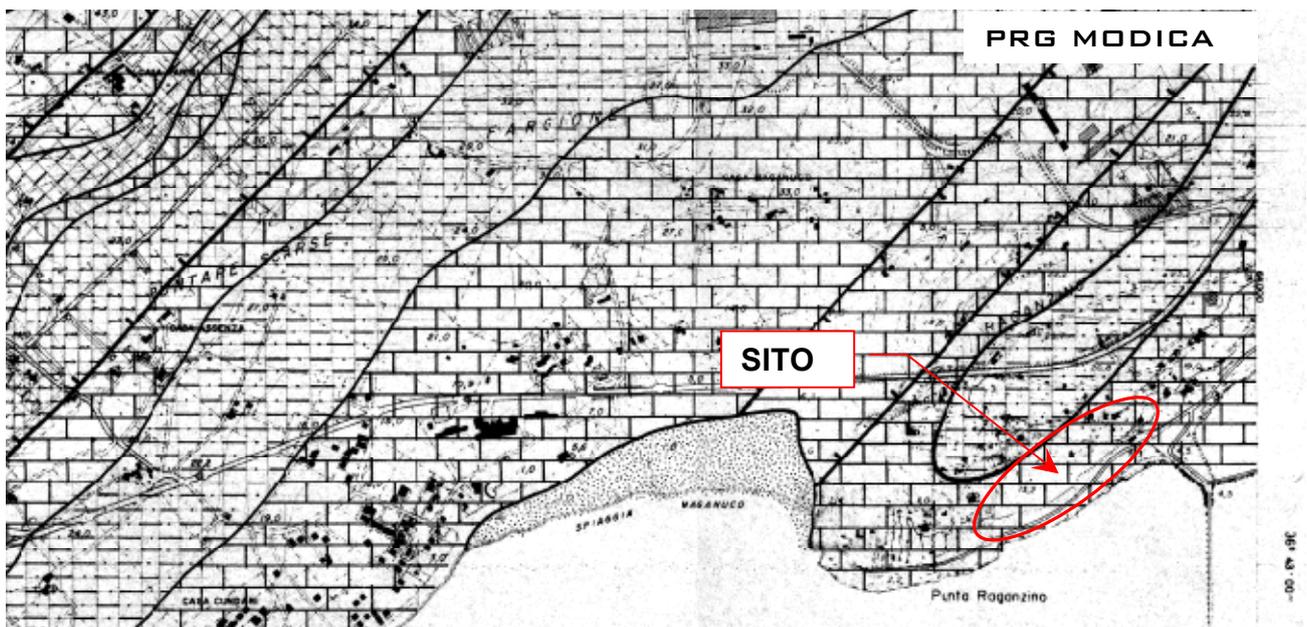
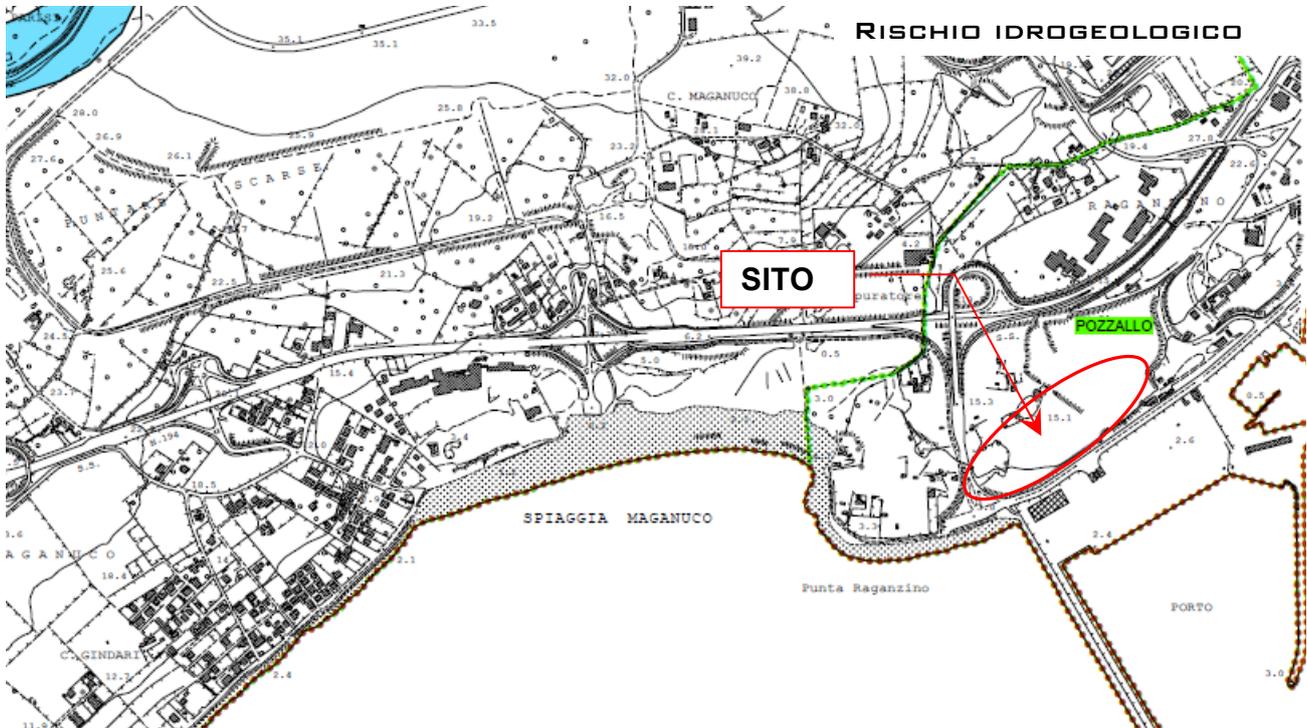
Per quanto riguarda l'aspetto tettonico-strutturale, nell'ambito della geologia regionale l'area in oggetto è collocata nel settore occidentale dell'avampaese ibleo, dove si evidenziano direttrici strutturali orientate principalmente in senso NE-SO e NO-SE.

Nelle aree limitrofe sono presenti faglie dirette orientate principalmente in senso NE-SO, riconducibili ad eventi tettonici di età post-miocenica.

A tali strutture tettoniche è inoltre da riferire la presenza di giunti di origine tensionale per lo più normali ai piani di stratificazione; da un punto di vista giaciturale gli strati presentano immersioni sub-orizzontali.

5) CONDIZIONI GENERALI DI RISCHIO GEOLOGICO (PAI – PRG)

Dall'analisi delle condizioni di rischio geologico, il sito non figura nella cartografia dei Dissesti e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica del P.A.I. (bacino 084 - tav. n. 651060 - 12), non rientra nella carta della suscettività geologica del P.R.G (tav.651/06).



MODELLAZIONE GEOTECNICA

6) MODELLO GEOTECNICO DEL VOLUME SIGNIFICATIVO

Le caratteristiche fisiche e geotecniche del sottosuolo interessato dalle strutture di fondazione delle opere in progetto, sono state definite sulla base delle seguenti prove ed indagini geognostiche effettuate nel sito di fondazione:

- n. 1 indagine sismica a rifrazione, con generazione diretta delle onde Vsh,
- serie prove di carico a compressione libera monoassiale con sclerometro da roccia "Schmidt-hammer" NR (PR 310-02-000).

- CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

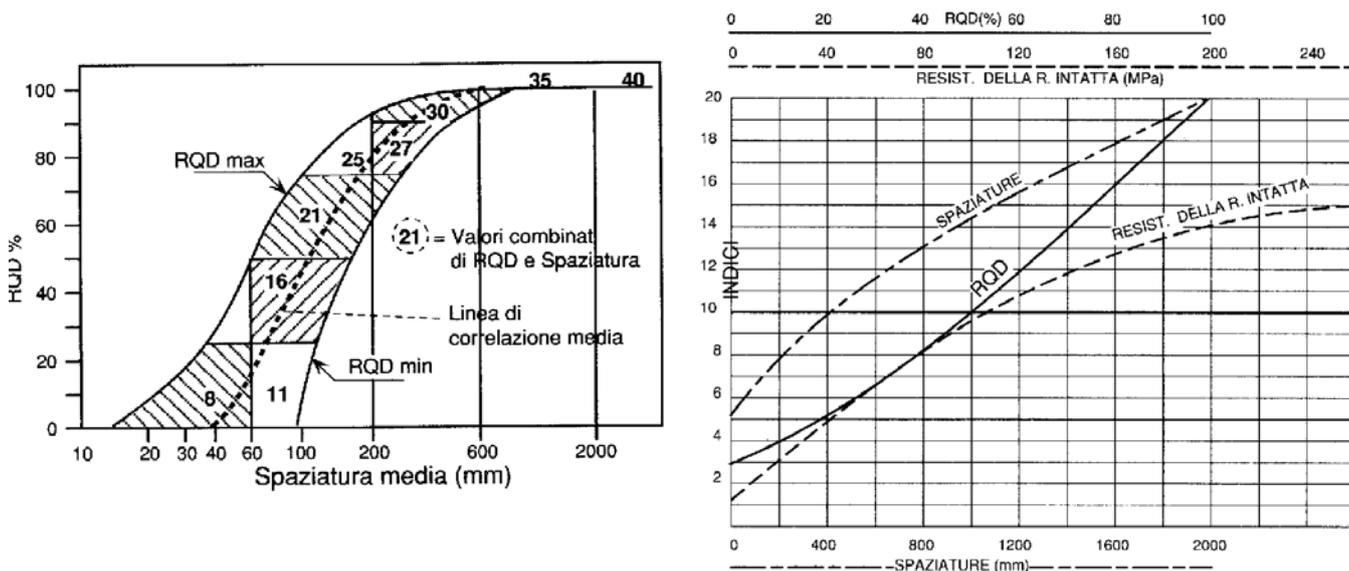
Il sito è caratterizzato da uno spessore di circa 0,50 m di suolo e materiali eluviali, sovrapposti a strati calcarenitici, spessi circa 30-50 cm, alternati a strati calcarenitico marnosi di 50-60 cm, il cui grado di fratturazione è stato determinato attraverso l'indice R.Q.D..

Il substrato di fondazione è posto ad una quota assoluta di circa 4 - 5 m s.l.m., corrispondente ad una profondità compresa tra -2,50 e -9,50 m dal p.c..



Figura 6 - Scarpata stradale al confine meridionale del sito

- INDICE R.Q.D.%



La determinazione del valore di RQD% relativo al substrato roccioso è stata ottenuta attraverso la relazione: **$RQD\% = 115 - 3.3 \times J_{vt}$**

- (J_{vt} = numero di giunti totale per metro cubo)

Il parametro J_{vt} è stato calcolato tenendo in considerazione l'intero sistema di giunti (tensionali e singenetic), trascurando eventuali sistemi di fratturazione secondaria, localizzati e superficiali, la cui origine è riconducibile a processi di decompressione superficiale, microtremiti o escursioni termiche.

J_{vt} medio	R.Q.D. med.
20-25	43%

Sotto l'aspetto litotecnico il substrato di fondazione rientra nell'ambito delle rocce da tenaci a moderatamente tenaci.

- 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

$\sigma_{ci} =$ resistenza alla compressione monassiale 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).

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

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

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

La resistenza alla compressione dei materiali J.C.S. (Joint Wall Compression Strength) è stata determinata attraverso la relazione:

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

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

Il valore medio di γ , rappresentativo è pari a: $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$.

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 esaminata, ha fornito valori della resistenza a compressione J.C.S. $\approx 35 \text{ MPa}$

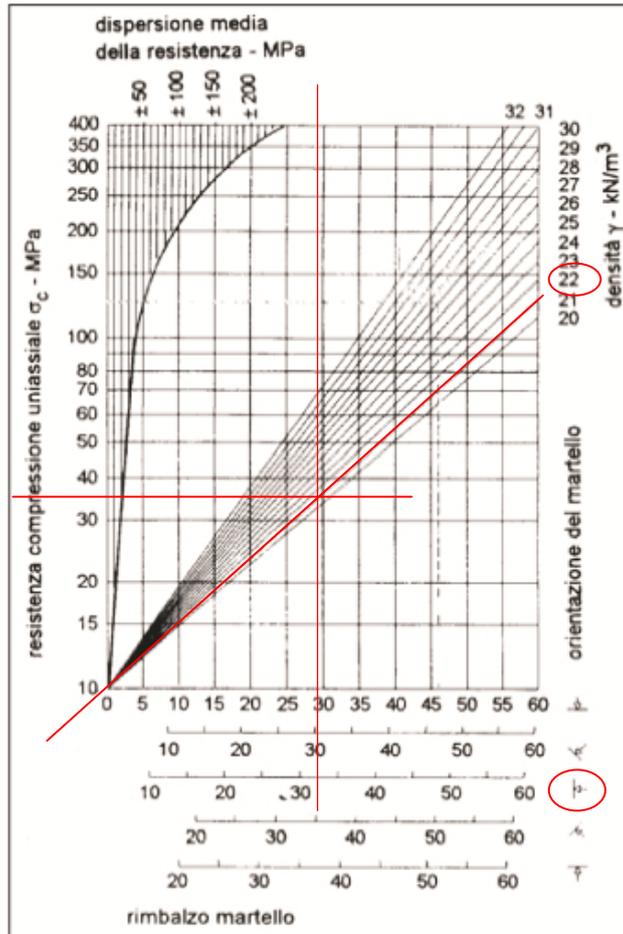


Figura 7 – abaco di correlazione σ_c - γ -JCS

Rock Type: <input type="text" value="General"/>	SURFACE CONDITIONS				
	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection: <input type="text" value="55"/> <input type="button" value="OK"/>					
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY →				
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80				
VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets	70				
BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity	60				
DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces			55		
LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes			40		
			30		
			20		
			10		
	N/A	N/A			

Figura 8 – 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 delle modalità operative di scavo, e/o del livello di decompressione corticale per effetto del mancato confinamento.

- MODULO DI DEFORMAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

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

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

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

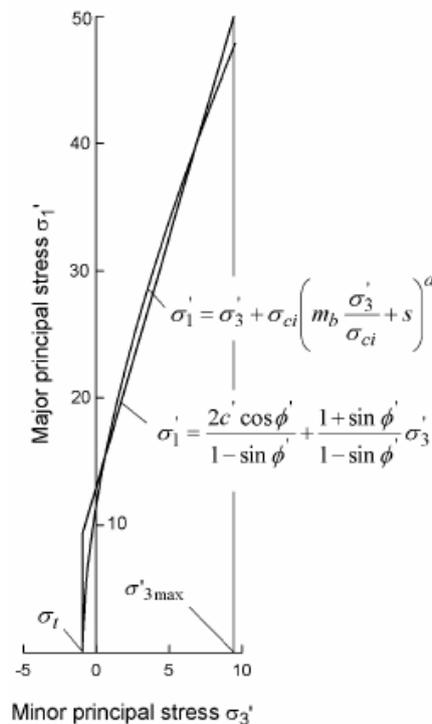
Per $\sigma_{ci} > 100$ MPa

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



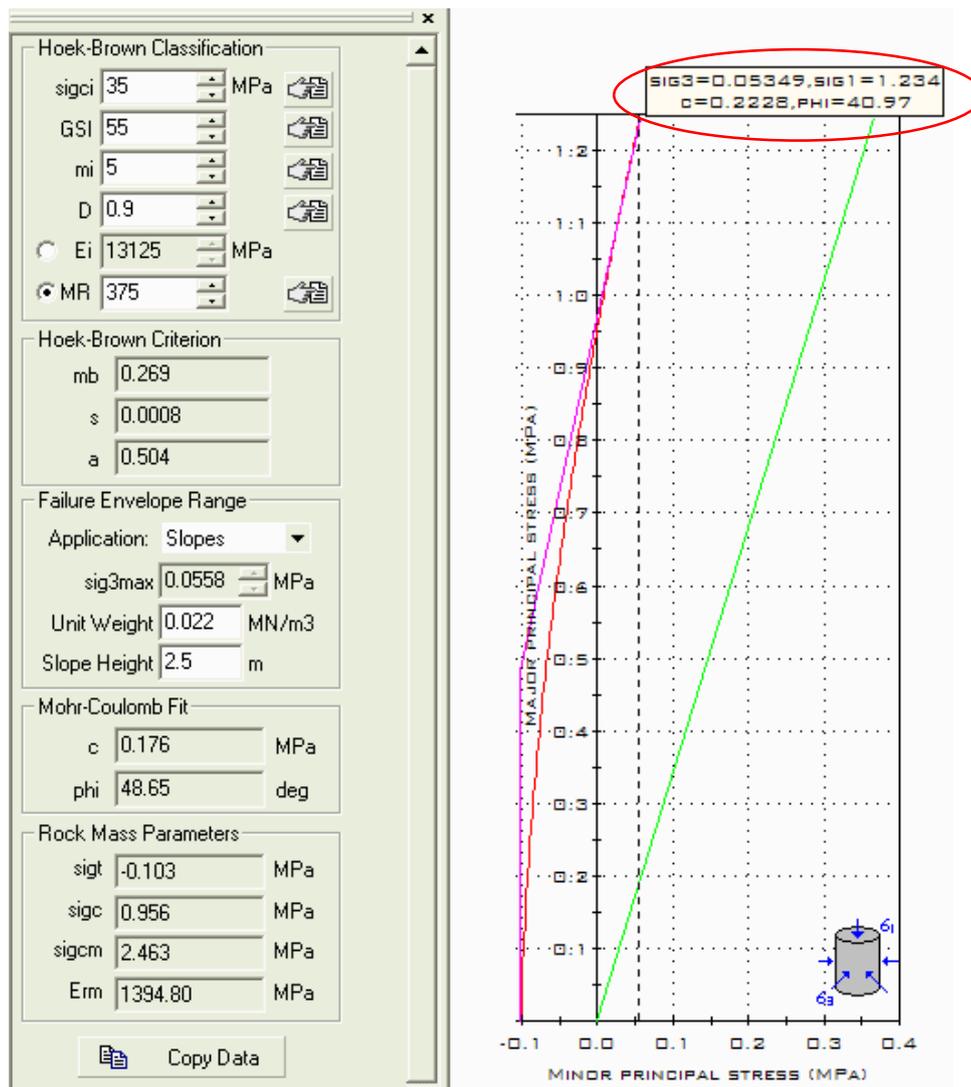


Figura 4 – Elaborazione RocLab

L'elaborazione degli algoritmi di HOEK-BROWN, effettuata attraverso l'applicazione del software specialistico **RocLab**, ha fornito i seguenti valori medi di riferimento dei principali parametri geotecnici caratteristici alla quota minima di progetto del piano fondazione (H = -2,50 m dal p.c.):

$$C_k = 0,20 \text{ MPa}$$

$$\varphi_k = 40^\circ$$

MODELLAZIONE SISMICA

7) CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

Per la definizione dell'azione sismica, basata sull'individuazione delle categorie di sottosuolo e sulle condizioni topografiche, è stata effettuata una indagine geofisica tramite stesa sismica a rifrazione con misurazione diretta delle velocità delle onde trasversali VSh attraverso l'applicazione della metodologia "cross-over".

- INDAGINE SISMICA

L'indagine sismica è stata effettuata con sismografo a 12 canali a 16 bit A/D (dyn range 96dB (@500Hz), con amplificatore a guadagno variabile fino a 80dB, con determinazione delle velocità delle onde di taglio Vsh, secondo quanto previsto al § C6.2.2 Circ. 617/2009 e negli "Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica Gruppo di Lavoro M.S. 2008 § 3.4.3.4.2.1, del Dipartimento di Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri".



L'analisi dei dati rilevati ha consentito la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$, a partire dalla quota del piano fondazione, da questa risulta una categoria di sottosuolo inquadrabile nell'ambito della classe A (vedi relazione sull'indagine sismica allegata).

$$V_{s30} = 30 / (i=1, N_{hi}/V_{s,i}) = 1.393 \text{ m/s}$$

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

CATEGORIA SOTTOSUOLO strumentale	CATEGORIA TOPOGRAFICA
A	T1 ($i \leq 15^\circ$)

- PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La *Risposta sismica* locale e le *Azioni sismiche* sulla costruzione, sono state determinate partendo dalla **PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE**, in condizioni ideali di sottosuolo di riferimento rigido di categoria A, con superficie topografica orizzontale.

Unità di misura degli angoli selezionata: Sessadecimali

GEOGRAFICHE		PIANE	
Coordinate geografiche WGS84		Coordinate geografiche ED50	
$\phi =$	36,71684°	$\phi =$	36,71794°
$\lambda =$	14,82649°	$\lambda =$	14,82716°

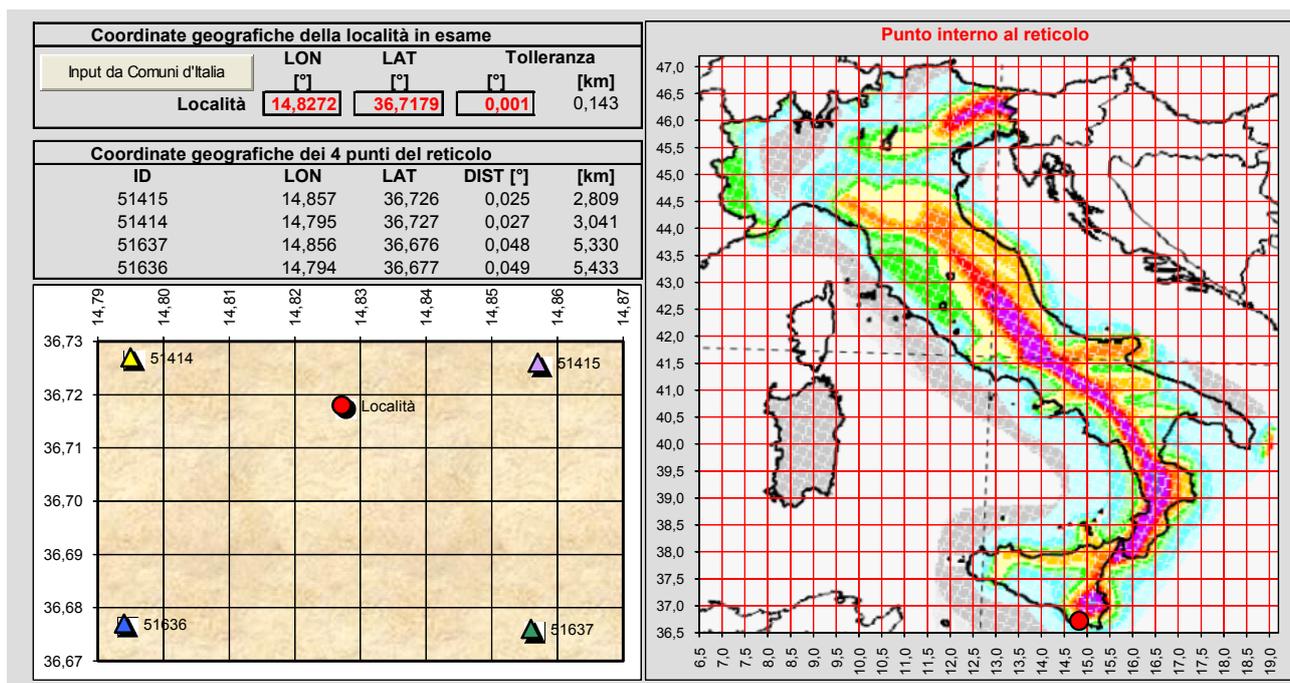


Figura 9: Posizione del sito rispetto ai nodi di riferimento della maglia elementare

- VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA LOCALE

L'AZIONE SISMICA LOCALE è stata definita attraverso il calcolo dello specifico spettro di risposta elastico, modificato dalle condizioni stratigrafiche S_s (tab. 3.2.V) e topografiche S_t (tab. 3.2.VI), considerando determinati valori medi ponderali di $a_g - F_0 - T_c^*$

VITA DELLA STRUTTURA

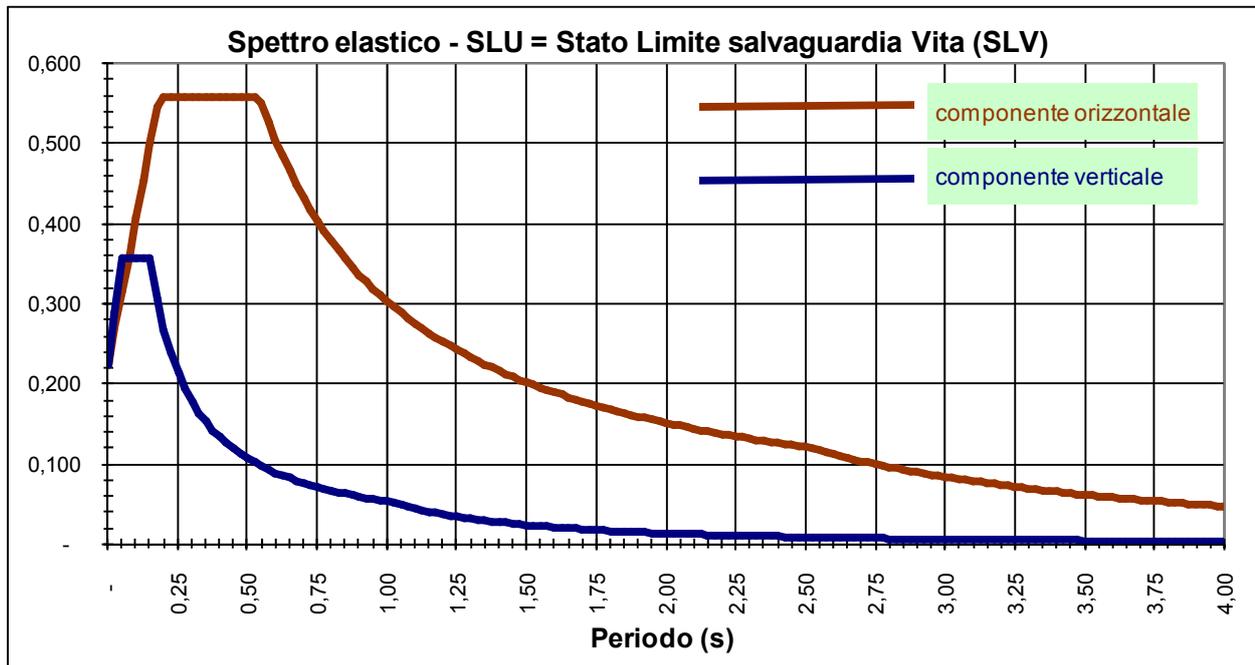
Vita nominale	V_N	100	[anni]
Classe d'uso	C_U	IV	
Vita di riferimento	V_R	200	[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia	S_T	T1
Coeff. topografico		1,0
Categoria suolo		A

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_0	T_c^*	S	T_b	T_c	T_D	F_v	a_{max}	a_{max}/g
sle	Operatività	81%	120	0,524	2,537	0,305	1,00	0,102	0,305	1,809	0,784	0,524	0,053
sle	Danno	63%	201	0,687	2,557	0,350	1,00	0,117	0,350	1,875	0,905	0,687	0,070
slu	Salv. Vita	10%	1898	2,235	2,492	0,543	1,00	0,181	0,543	2,494	1,590	2,235	0,228
slu	Collasso	5%	2475	2,485	2,537	0,554	1,00	0,185	0,554	2,594	1,707	2,485	0,254

$T_r = 1898$ anni (SLV)



- SCHEMI GRAFICI DI PROGETTO

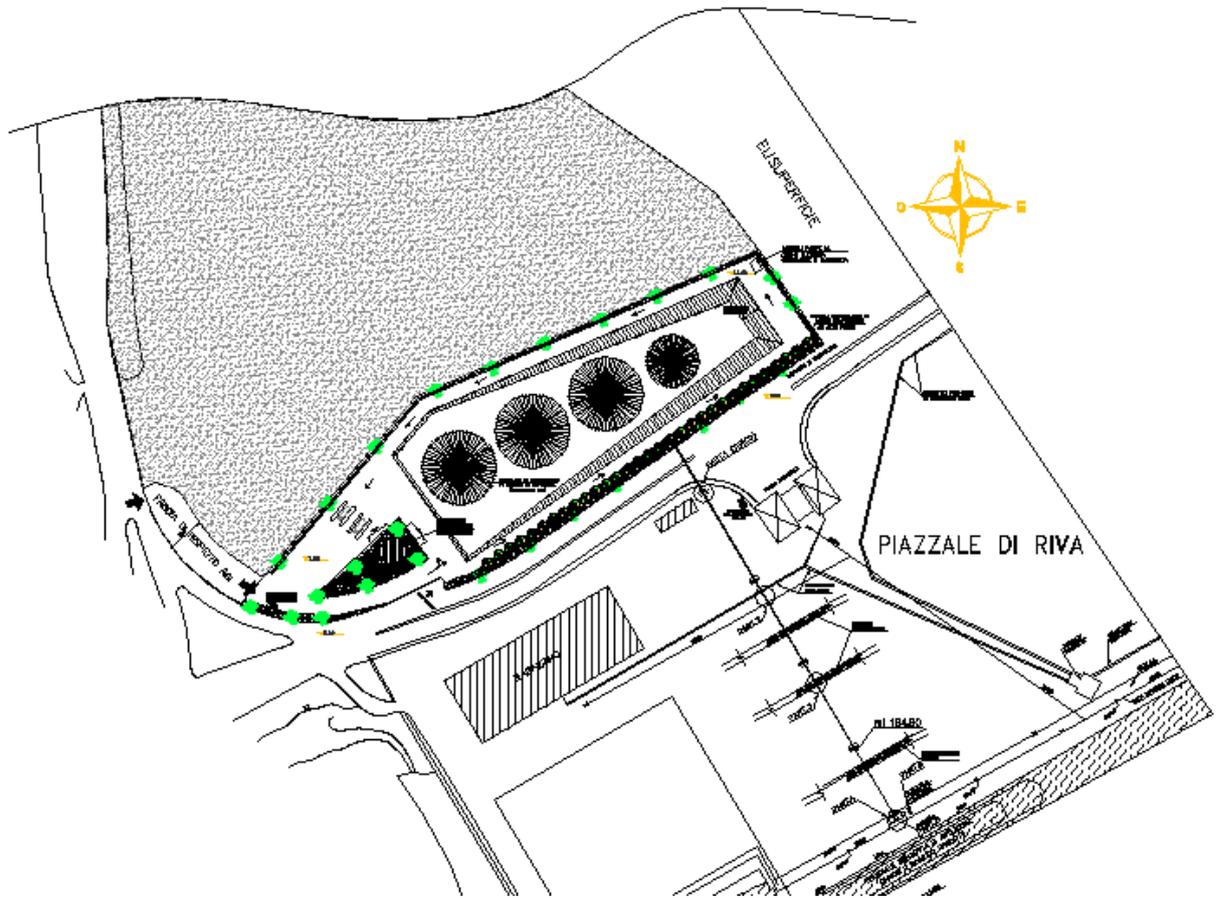


Figura 10 - Stralcio progettuale

1) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalla MODELLAZIONE GEOLOGICA dell'area, effettuata attraverso l'individuazione degli aspetti litologici, stratigrafici, geostrutturali, idrogeologici, geomorfologici e più in generale di pericolosità geologica del territorio, si evidenziano le seguenti condizioni:

- il sito non risulta ubicato in corrispondenza di faglie attive;
- non rientra nelle aree a suscettività geologica del PRG (651/06);
- non figura nella cartografia dei Dissesti e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica del P.A.I. (bacino 084 - tav. n. 651060 - 12);

In funzione dell'indagine sismica VSh effettuata in sito, dalla ricostruzione dei caratteri morfologici, geologico-stratigrafici, e geofisici (V_{s30}), è stata individuata la seguente CATEGORIA TOPOGRAFICA E DI SOTTOSUOLO.

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	S_T	1,0
Categoria suolo		A

Data la tipologia degli interventi in progetto "TERMINALE PER IL CARICO E SCARICO DI IDROCARBURI - GASOLIO E BIODIESEL" e le specifiche previsioni prestazionali dell'opera, è stato definito il relativo spettro di risposta allo stato limite ultimo (SLV), in funzione della VITA NOMINALE V_n , della CLASSE D'USO C_u , del PERIODO DI RIFERIMENTO V_r .

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V_N	100	[anni]
Classe d'uso	C_U	IV	
Vita di riferimento	V_R	200	[anni]

	SL	P _{VR}	T _R	a _g	F _o	T _c *	S	T _b	T _c	T _D	F _v	a _{max}	a _{max} /g
sle	Operatività	81%	120	0,524	2,537	0,305	1,00	0,102	0,305	1,809	0,784	0,524	0,053
sle	Danno	63%	201	0,687	2,557	0,350	1,00	0,117	0,350	1,875	0,905	0,687	0,070
slu	Salv. Vita	10%	1898	2,235	2,492	0,543	1,00	0,181	0,543	2,494	1,590	2,235	0,228
slu	Collasso	5%	2475	2,485	2,537	0,554	1,00	0,185	0,554	2,594	1,707	2,485	0,254

- parametri geotecnici caratteristici X_k , di massima relativi al substrato di fondazione:

COORDINATE DEL SITO SISTEMA ED50	LAT	36,71794		LONG	14,82716
NATURA DEL SUBSTRATO NEL VOLUME SIGNIFICATIVO	STRATI CALCARENITICI E CALCARENITICO-MARNOSI, FRATTURATI				
PROFONDITÀ MINIMA DI RIFERIMENTO DA	H	-2,50	m		
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	φ'_k	40,0	grad		
COESIONE EFFICACE	c'_k	200,0	kPa	2,0	daN/cm ²
PESO DI VOLUME EFFICACE	γ'_k	22,0	kN/m ³	2200,0	daN/m ³
PESO DI VOLUME SATURO	$\gamma_{sat k}$	23,0	kN/m ³	2300,0	daN/m ³
PESO DI VOLUME SOMMERSO	$\gamma_{w k}$	-	kN/m ³	-	daN/m ³
COEFFICIENTE DI POISSON	μ	0,35	-		
MODULO DI YOUNG STATICO	E_s	300,0	MPa	3000,0	daN/cm ²
MODULO EDOMETRICO	E_{ed}	-	MPa	-	daN/cm ²
MODULO DI ELASTICITÀ TANGENZIALE	G'	100,0	MPa	1000,0	daN/cm ²
VELOCITÀ ONDE P (MIN. DI RIFERIMENTO)	V_P	1500,0	m/s		
VELOCITÀ ONDE S (MIN. DI RIFERIMENTO)	V_S	720,0	m/s		
MODULO DI REAZIONE (VERTICALE)	K_s	-	MN/m ³	-	daN/cm ³
MODULO DI REAZIONE (TANGENZIALE)	K_{sh}	-	MN/m ³	-	daN/cm ³
ROCK QUALITY DESIGNATION	RQD_k	43,00	%		
CARICO DI ROTTURA MONDASSIALE	$Q_{u k}$	35,00	MPa	350,00	daN/cm ²

I parametri geotecnici di cui sopra sono da considerare, in prima analisi, come indicativi delle condizioni geotecniche generali, i valori effettivi di progetto saranno opportunamente determinati al completamento delle opere di scavo, attraverso la realizzazione di opportune prove geotecniche in sito ed in laboratorio.

Modica, luglio 2011

Geol. Michele Zocco