

Contraente: 	Progetto: MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA	Cliente: 	
	N° Contratto : N° Commessa : NR/15215		
N° documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 1 di 31	Data 04-10-2019	N° documento Cliente: RE-200-030

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO



00	04-10-2019	EMISSIONE	PEPE	STROPPA	CAPRIOTTI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 2 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
4	VERIFICA DEI VINCOLI PRESENTI	10
4.1	PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DEL PIANO REGOLATORE	15
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	17
5.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE GENERALI	17
6	LITOLOGIA	18
6.1	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO	18
7	IDROGEOLOGIA	23
8	ANALISI SISMICA DELL'AREA	24
8.1	MACRO ZONAZIONE SISMICA	24
8.2	PARAMETRI SISMICI	25
8.3	VALUTAZIONE DEL Vs, EQ.	28
9	CONCLUSIONI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	29
9.1	MODELLO LITO-TECNICO DEI TERRENI	29
10	ALLEGATI	31

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0030	3 di 31	00			RE-200-030

1 PREMESSA

La presente Relazione Geologica è stata redatta a supporto della progettazione per il “Met. S. Eufemia-Crotone DN 550 (22''), DP 70 Bar Rifacimento Attraversamento Fiume S. Anna”, in seguito al parere della Commissione Tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA e VAS n. 2919 del 18/01/2019, e al decreto del Direttore Generale 0000043 del 15/02/2019.

L’area interessata dalla campagna geognostica, di tipo diretto ed indiretto è ubicata a sud-ovest del centro abitato di Crotone (KR).

Ubicazione dell’area in esame



Vista la natura dei terreni interessati dalla realizzazione dell’opera in progetto durante l’attuazione delle indagini è stata posta particolare attenzione a:

- Determinare lo spessore dei depositi di copertura e suolo al di sopra del substrato;
- Individuare l’eventuale presenza di anomalie stratigrafiche;
- Determinare la sismostratigrafia locale e calcolare il valore puntuale del $V_{s,eq}$ al fine di attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplate dalle NTC 2018;
- Valutare la qualità ambientale dei terreni soggetti a scavo per il riutilizzo nello stesso sito o come sottoprodotto, ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e D.P.R. 120/2017.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 4 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

Sempre a supporto dei lavori in oggetto, è stata eseguita una campagna geognostica realizzata in due fasi.

La prima fase (2017) ha visto l'esecuzione di:

- n.3 sondaggi geognostici
- n.4 indagini sismiche in onde P
- n.1 prosa sismica MASW

La seconda fase, invece, ha visto l'esecuzione di:

- n.1 sondaggio meccanico S1R per il prelievo di n.3 campioni da sottoporre ad analisi chimiche;
- prelievo di n.3 campioni di top soil da sottoporre ad analisi chimiche;
- n.6 prove penetrometriche del tipo DPM, **SP01, SP02, SP03, SP04, SP05 e SP06**, spinte fino a un massimo di 8.00 m dal p.c;
- n.6 prospezioni sismiche eseguite con tecnica MASW per la determinazione delle onde di taglio (S), (MASW01÷MASW06) diversamente orientate rispetto al Nord per ciascuna delle quali sono stati eseguiti due scoppi posti a 4.0m dal primo e dall'ultimo geofono nel caso dei MASW01; 02; 03; 04 e 05, e a 2.0m dal primo e dall'ultimo geofono nel caso della MASW06; tale tecnica ha consentito di stimare il valore delle Vs,eq e quindi attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplata dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- n.5 prospezioni sismiche in onde P (BS01÷BS05) per la determinazione della sismostruttura ubicate in corrispondenza delle rispettive MASW01÷MASW05
- n.6 misure di HVSR (**HVSR01÷HVSR06**) finalizzate all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza del sito e allo stesso tempo alla stima della categoria di suolo di fondazione.

Per una consultazione tecnica si rimanda alla Relazione sulle indagini geognostiche e geofisiche (Rif. Doc. n. RE-000-033).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 5 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti i dati raccolti sono stati analizzati ed elaborati utilizzandoli nella stesura della presente relazione in ottemperanza alle principali normative vigenti:

- **Circolare n. 617 del 2.02.2009**, *Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27: "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008"*.
- **Decreto Ministeriale 14.01.2008** *Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni.*
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009"**.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.**
- **Eurocodice 8 (1998)**
- **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).**
- **Eurocodice 7.1 (1997) Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. -UNI**
- **Eurocodice 7.2 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI**
- **Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI**
- **Ordinanza PCM n. 3519, all. B del 28 aprile 2006. Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006).**
- **Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (G.U. n.105 del 08/05/2003).**
- **Legge Sismica 02-02-1974 n. 64.**
- **Legge 365/2000 Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000.**
- **Legge 267/1998 Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico.**
- **Legge 183/1989 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.**
- **D.M. 11-03-1988 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.**

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 6 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

- **Delibera del Consiglio della Regione Calabria n. 115 del 28/12/2001** *Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria.*
- **Regolamento Regione Calabria n. 7 del 28/06/2012** *Procedure per la denuncia e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla Legge Regionale n.35 del 19/10/2009. Abrogazione regolamento regionale n. 18 dell'1 dicembre 2009.*
- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.*

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 7 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'intervento è ubicata a poco più di 5km in direzione SW rispetto al centro abitato della Città di Crotona, in località Poggio Pudano, immediatamente a sud della S.S. 106. L'intervento si articola tra le quote 28m (Torrente Ombro) e 60m s.l.m. (Rilievi collinari di Poggio Pudano). La figura successiva inquadra la zona dal punto di vista altimetrico: l'area è ubicata nella fascia di pianura immediatamente a valle dei rilievi collinari posti a N (Pianoro di S.Biagio) e W.

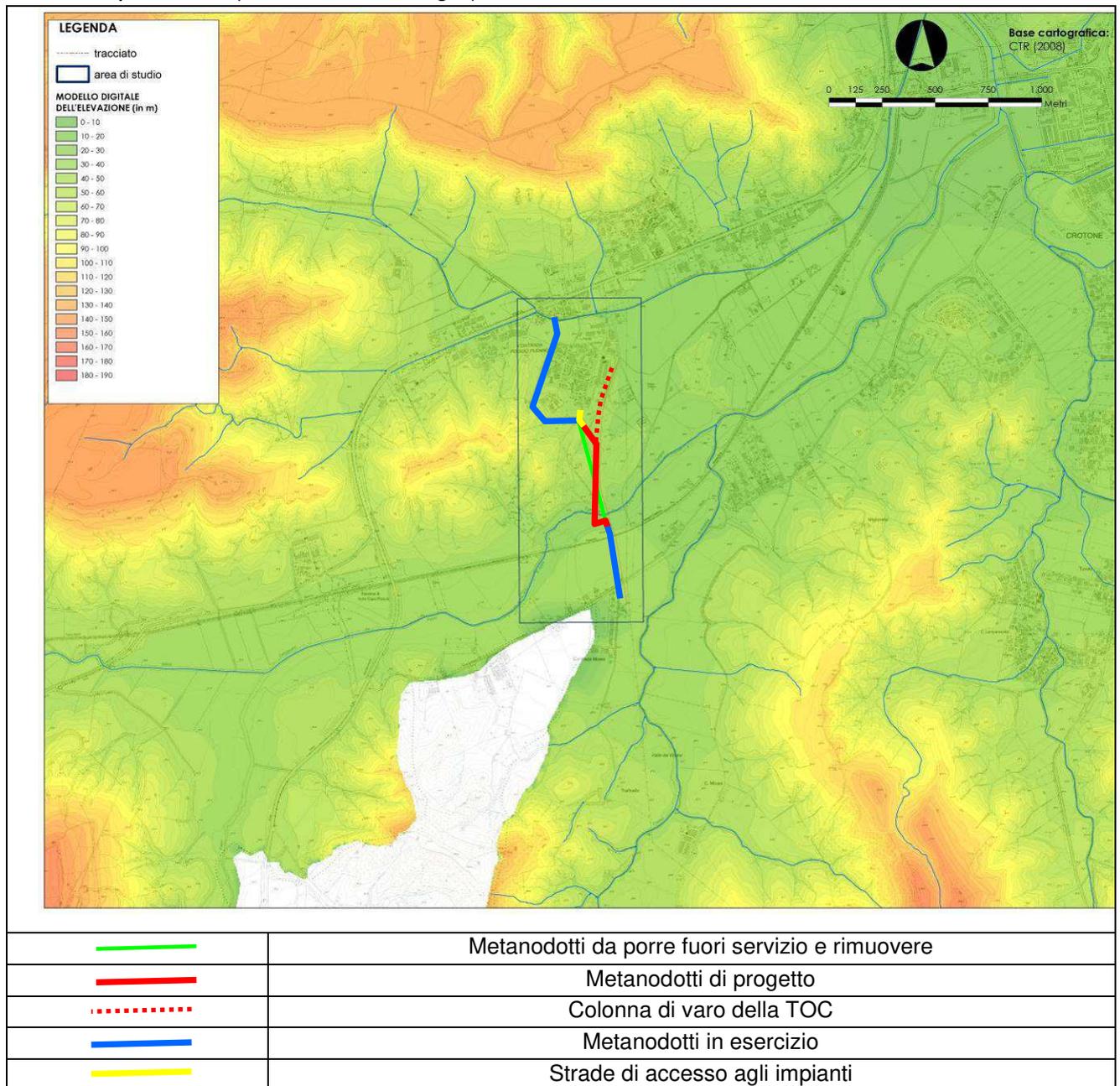


Fig. 3.1 - Inquadramento dell'area relativamente all'aspetto altimetrico.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0030	8 di 31	00		RE-200-030

La porzione collinare presenta pendenze variabili, comprese tra 15 e 20° (valori medi).
 La figura seguente sintetizza i rapporti clivometrici con le aree limitrofe.

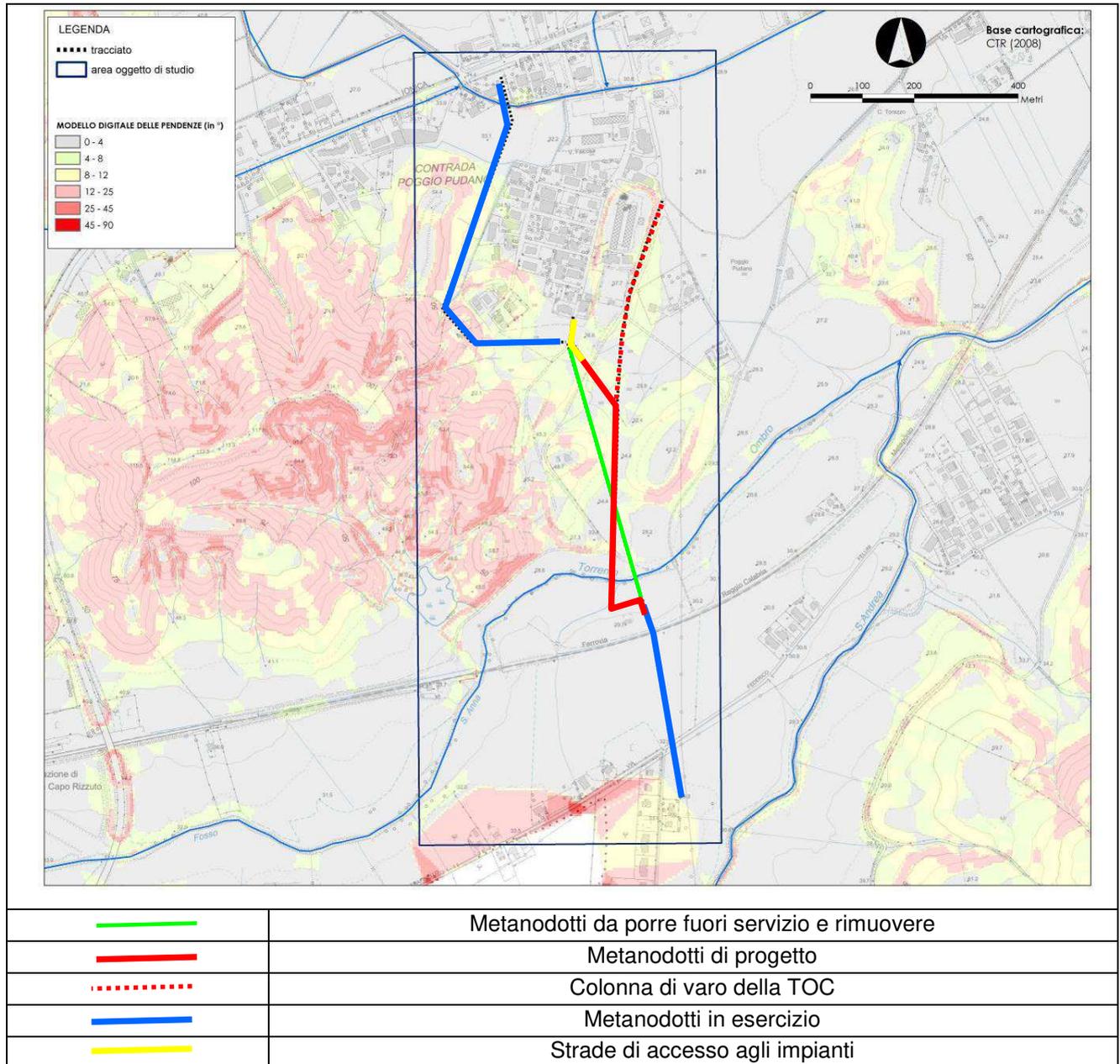


Fig. 3.2 - Inquadramento dell'area sotto l'aspetto clivometrico.

I depositi alluvionali e quelli derivanti dai processi erosivi dei rilievi collinari circostanti, colmano la pianura alluvionale; si tratta, in particolare, di sedimenti limo-sabbiosi e argillosi il cui accumulo raggiunge, nella zona in esame, lo spessore di alcuni metri (valore massimo riscontrato nel corso delle prospezioni penetrometriche circa 5,5m – vedi Relazione sulle indagini geognostiche e geofisiche – Doc. n. RE-000-033).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 9 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

I depositi eluvio-colluvionali sono prodotti del disgregamento dei "pianori" sabbioso-areancei sommitali (**NNAb**) e dei versanti argillosi (**KCR**).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0030	10 di 31	00		RE-200-030

4 VERIFICA DEI VINCOLI PRESENTI

L'area d'intervento non presenta criticità geomorfologiche; non insiste alcun vincolo PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) redatto dall'Autorità di Bacino Regione Calabria (ABR) per quanto concerne il rischio geomorfologico.

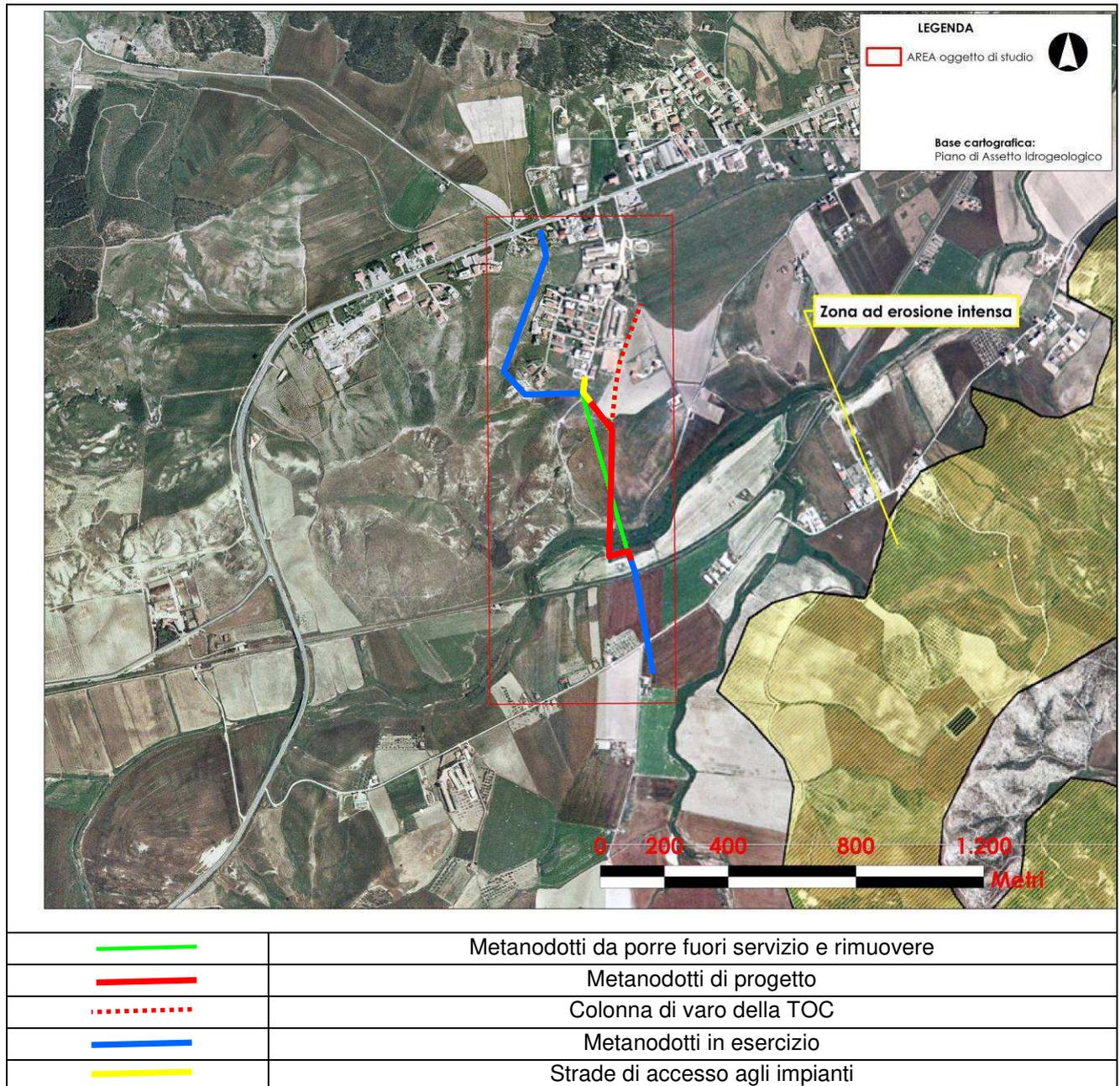


Fig. 4.1 - Censimento aree in frana - dato PAI.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 11 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

Per quanto concerne, invece, il Rischio Idraulico, il comma 5 dell'art. 25 (disciplina delle aree di attenzione per pericolo di inondazione) delle Norme di attuazione e misure di salvaguardia del PAI, (BUR del 25/03/2002), prevede:

“Per l'area urbana di Crotona valgono le perimetrazioni e relative misure di salvaguardia assunte ai sensi dell'O.M. n.97/K del 30/04/1998.intendendosi che le “zone ad alto rischio di inondazione” sono classificate R4, le zone a moderato rischio di inondazione R3, le zone a limitato rischio di inondazione sono classificate R2. La presente norma vige fino alla data di completamento delle opere idrauliche in corso di realizzazione relativamente al fiume Esaro e al torrente Passovecchio”.

Nella figura successiva vengono riportate le aree a rischio inondazione, così come elaborato nell'ambito del PAI, tenendo in considerazione quanto sopra esposto: il tracciato di progetto attraversa aree a rischio da limitato ad alto.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio di 12 di 31	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-030
		00				

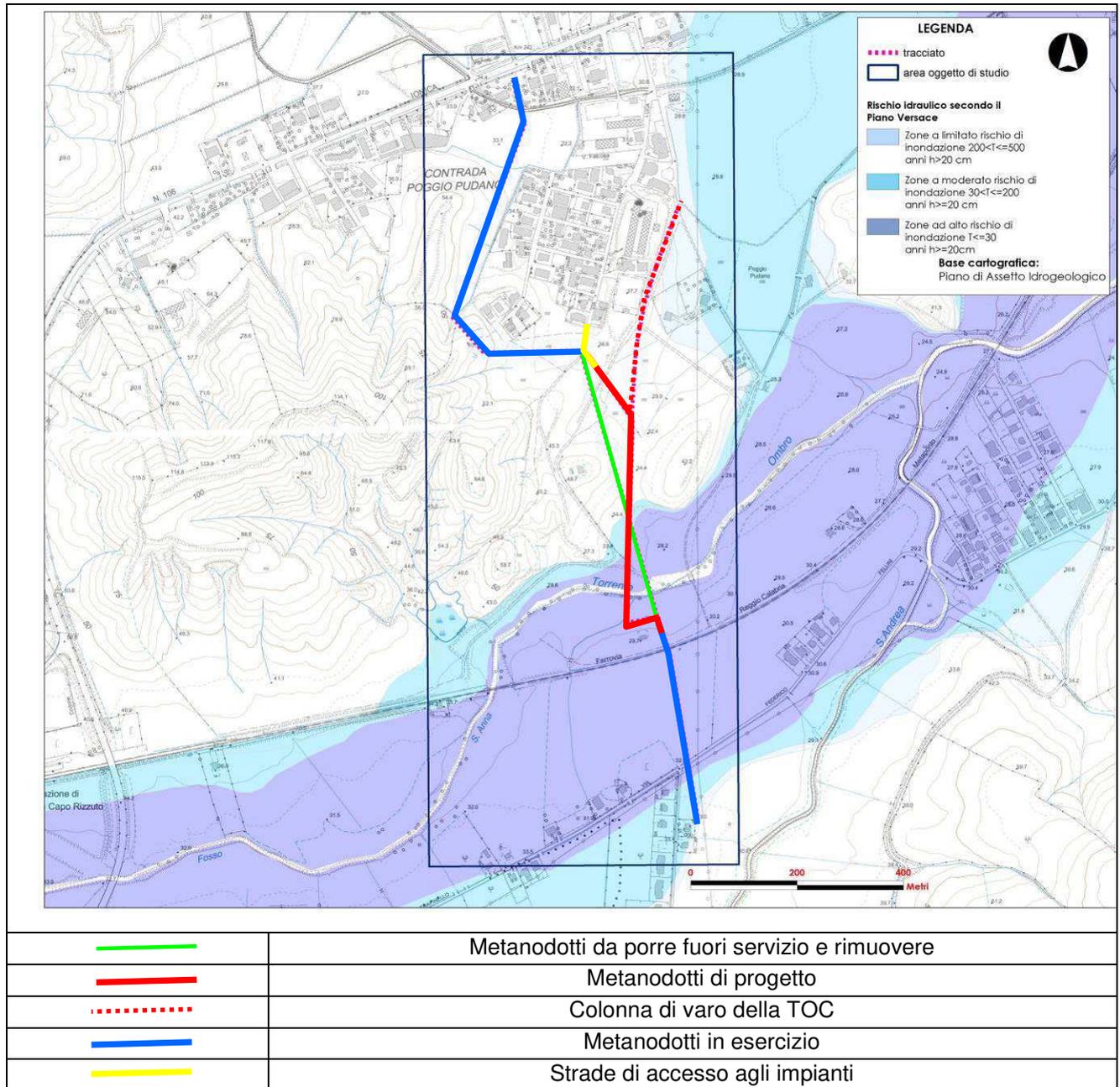


Fig. 4.2 - Inquadramento rischio idrogeologico - da Piano Versace (ATTUALE).

Sempre relativamente al rischio idraulico, in vengono riportate le aree a rischio inondazione censite nell'ambito del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale. Il tracciato attraversa aree a pericolosità idraulica P2 e P3.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0030	13 di 31	00		RE-200-030

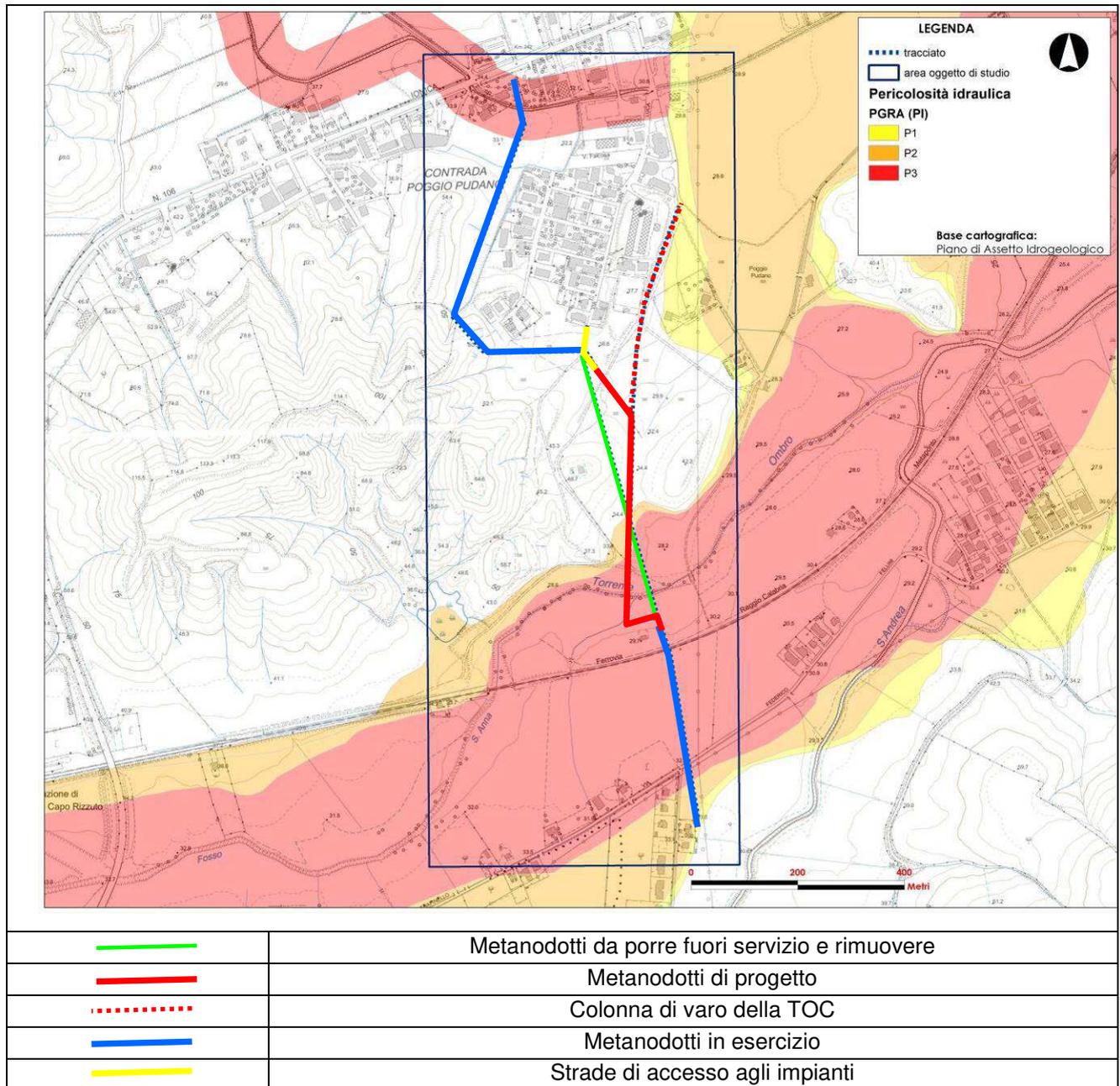


Fig. 4.3 - Inquadramento rischio idrogeologico - da PGRA.

Per quanto riguarda queste aree, e considerata la natura dell'opera, si rimanda alle "Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia" dell'PAI Calabria che, nella Parte II (assetto idraulico), all'art. 21 "Disciplina delle aree ad alta pericolosità idraulica P3" – Comma 2, lettera g, evidenzia che sono consentite le attività di trasformazione relative a "la manutenzione straordinaria delle infrastrutture, delle reti idriche e tecnologiche, delle reti viarie, nonché l'ampliamento e la ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 14 di 31		Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-030

infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso o riduzione dell'attuale capacità d'invaso".

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 15 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

4.1 Pericolosità e fattibilità del Piano Regolatore

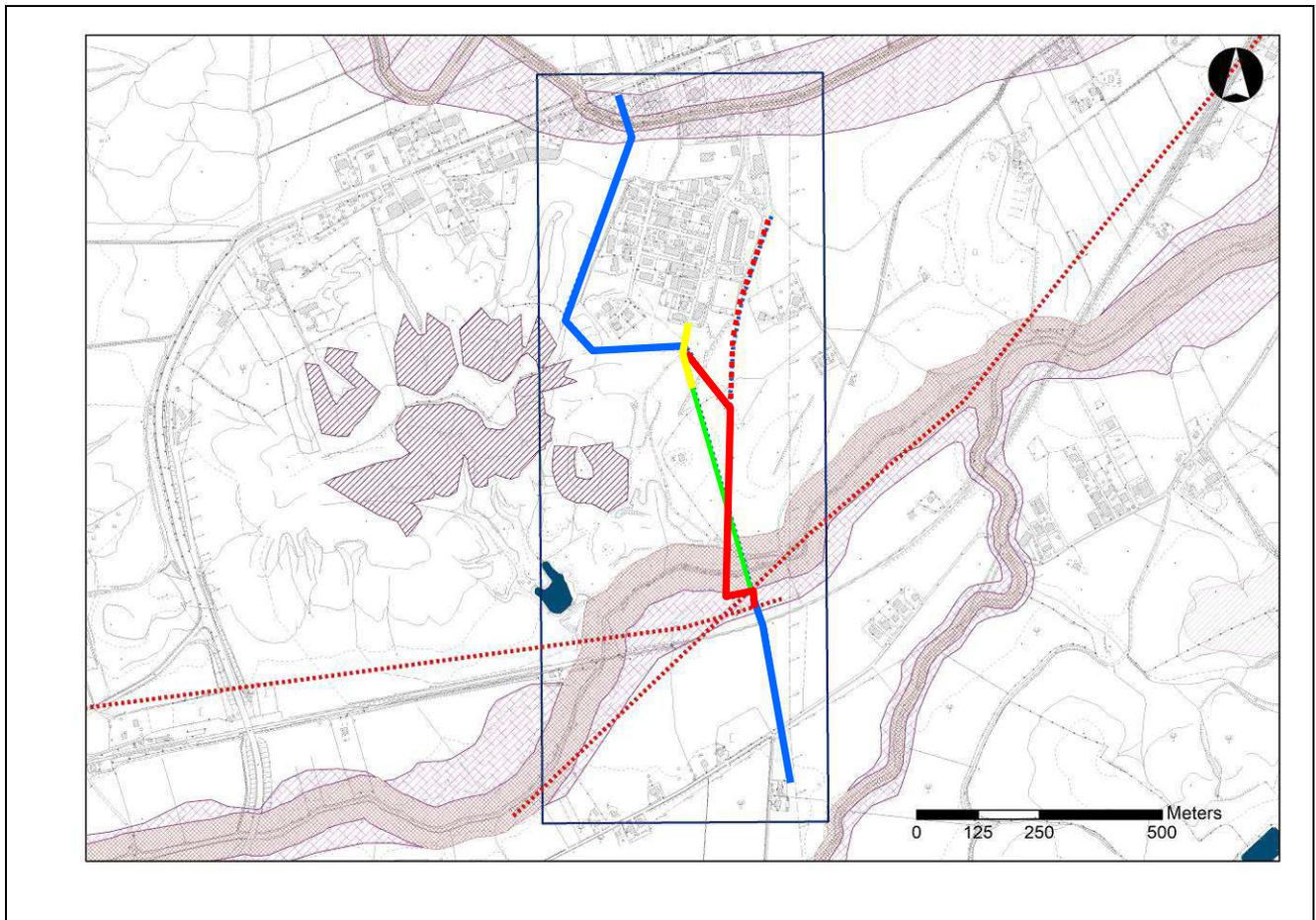
Le indicazioni di pianificazione territoriale a livello comunale sono state tratte dalla sovrapposizione della planimetria dell'area di studio con gli elaborativi prescrittivi del Piano Regolatore di Crotona:

<i>P3</i>	<i>Vincoli e tutele</i>
<i>P4</i>	<i>Usi e modalità di intervento</i>
<i>A2.1</i>	<i>Vincoli archeologici</i>
<i>TV</i>	<i>Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia</i>

In particolare, dal punto di vista della vincolistica geologica, secondo l'elaborato TV del PRG del Comune di Crotona [vedi figura successiva], il tracciato di progetto attraversa le seguenti aree:

- Aree non edificabili ai sensi della legge n. 365/2000.
- Aree soggette a rischio (edificabilità condizionata alla sistemazione idrogeologica).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 16 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030



Legenda

	Area di studio
	Area di proprietà
	CTR
	Area da sottoporre a sistemazione idrogeologica
	Area non edificabile ai sensi della legge n. 365/2000
	Laghetti
	Aree soggette a gestione particolareggiata
	Aree interessate da dissesti profondi
	Ripristino ambientale
	Aree soggette a prescrizione per attività
	Aree soggette a rischio (edificabilità condizionata alla sistemazione idrogeologica)

	Metanodotti da porre fuori servizio e rimuovere
	Metanodotti di progetto
	Colonna di varo della TOC
	Metanodotti in esercizio
	Strade di accesso agli impianti

Fig. 4.4 - Inquadramento area oggetto d'intervento su Tavola TV del PRG del Comune di Crotona (e relativa legenda).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 17 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

5.1 Caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali

I terreni che caratterizzano l'area in questione sono tutti di origine sedimentaria: limi e argille in percentuali variabili, e, subordinatamente, sabbie di età recente (bb) nella fascia meridionale, mentre le argille facenti parte della formazione Argillo-marnosa di Cutro (argille siltose da grigio-chiare a grigio-azzurre, con occasionali sottili intercalazioni di sabbie e silts; scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità [PLIOCENE MEDIO-CALABRIANO]) (KCR), con vari gradi di consistenza, a seconda della profondità, caratterizzano le aree collinari.

I culmini sommitali dei rilievi di Poggio Pudano, sono caratterizzati da lembi di depositi sabbioso-arenacei (NNAb).

L'ambiente morfologico generale è caratterizzato da una zona sub-pianeggiante posta a ridosso del Torrente Ombro. Le quote variano da una massimo di 39 m s.l.m., ad un minimo di 25 m s.l.m..

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 18 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

6 LITOLOGIA

6.1 Caratteristiche stratigrafiche di dettaglio

Il dettaglio stratigrafico dell'area è stato ricavato con l'ausilio dei sondaggi geognostici eseguiti nella prima campagna di indagine (anno 2017) e dalle prospezioni sismiche e penetrometriche dinamiche eseguite nella seconda campagna di indagine (anno 2019) (Rif. Doc. n. RE-000-033).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio di 19 di 31	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-200-030
		00			

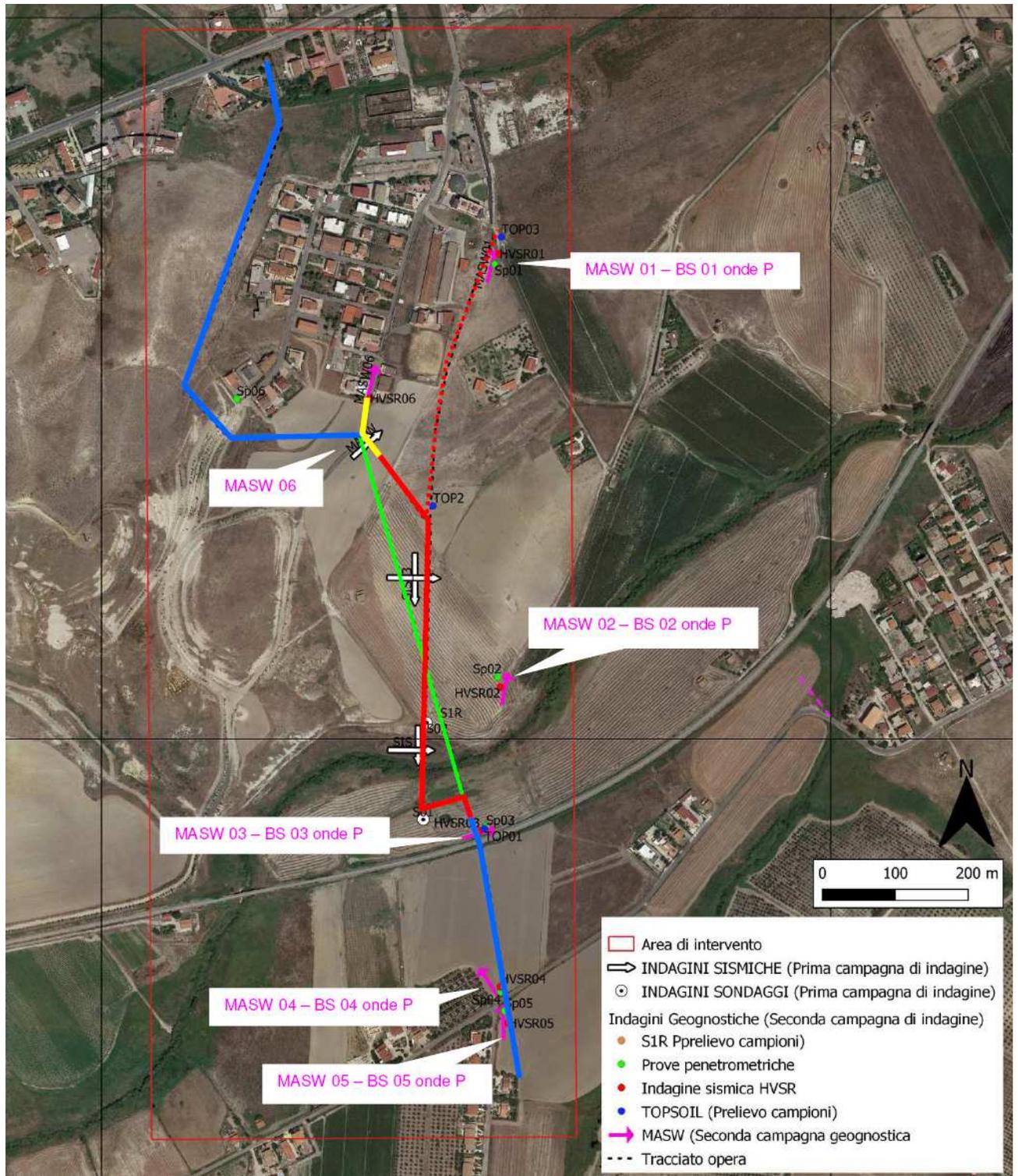


Fig. 6.1 - Stralcio planimetrico scala 1:5.000 con ubicazioni indagini geonostiche e geofisiche.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 20 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

Le prospezioni hanno permesso di riconoscere, per l'immediato sottosuolo, tre livelli litologici significativi: un livello superficiale di "copertura" (deposito alluvionale ed eluvio-colluviale), alterato in superficie, un livello intermedio, termine di passaggio al sottostante substrato argilloso che si rinviene ad una profondità (media) di oltre 5m dal p.c.. In particolare si è riscontrato quanto di seguito:

- Primo strato superficiale di suolo vegetale [Livello A]
- un livello superficiale di copertura, terreno alterato, costituito, prevalentemente, da limo-argilloso con sabbia, a porosità media [Livello B];
- un livello intermedio, limo-argilloso, termine di passaggio al sottostante substrato, mediamente consistente, a scarsa permeabilità [Livello C];
- un livello più profondo rappresentato dal substrato argilloso (AG) (argilla, consistente, di colore grigio-azzurra), praticamente impermeabile [Livello D].

La stratigrafia media dell'area (medie stratigrafica tra le prospezioni penetrometriche), può essere sintetizzata come segue:

0 – 5m Terreno di copertura (alterata nella sua porzione superficiale) [Livello A+B]. Si tratta di limo-argilloso con sabbia. In occasione di eventi piovosi di rilevante durata può presentarsi da plastico a molto plastico. La porzione superficiale [Livello A] può trovarsi compattata per via del passaggio di mezzi meccanici. Può essere sede di effimere manifestazioni idriche;

5 – 6,5m Livello limo- argilloso [Livello C], termine di passaggio al substrato geologico [Livello D]. Consistente;

>6,5m Substrato argilloso (AG), da consistente a molto consistente.

N° Documento:

03049-PPL-RE-200-0030

Foglio

21 di 31

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-200-030

PROSPEZIONI PENETROMETRICHE: SINTESI LITO-TECNICA

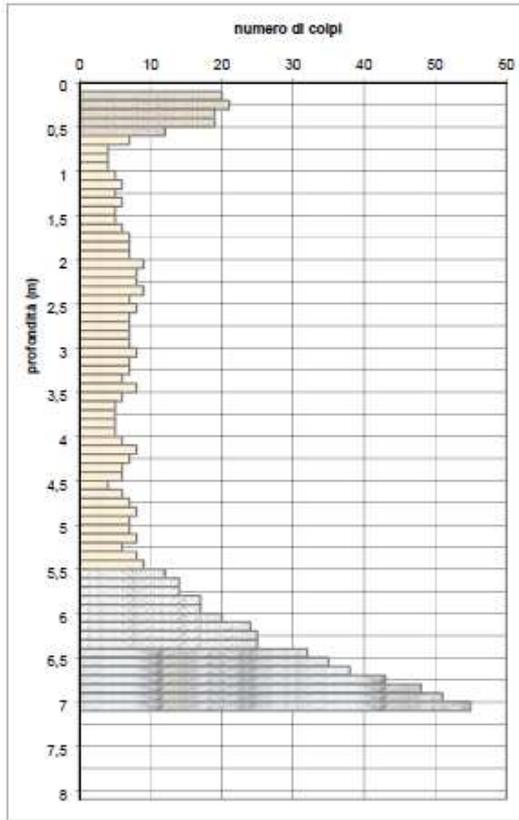


Fig.01 - Istogramma penetrometrico Sp01. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

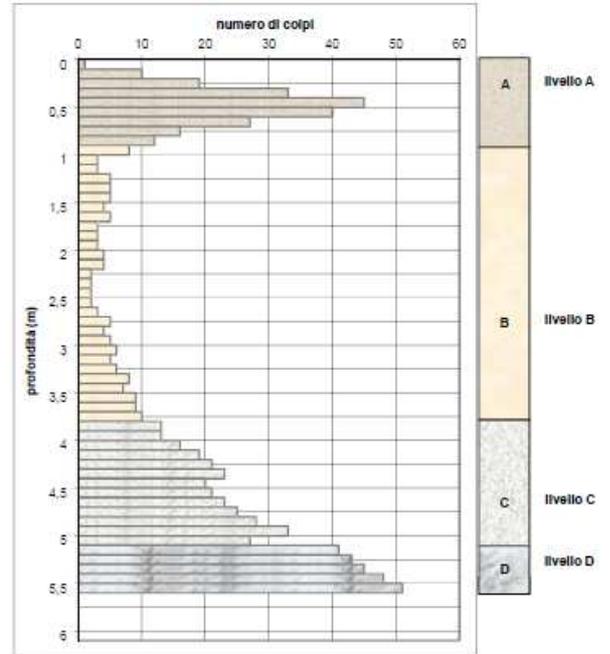


Fig.02 - Istogramma penetrometrico Sp02. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar

RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03049-PPL-RE-200-0030

Foglio

22 di 31

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-200-030

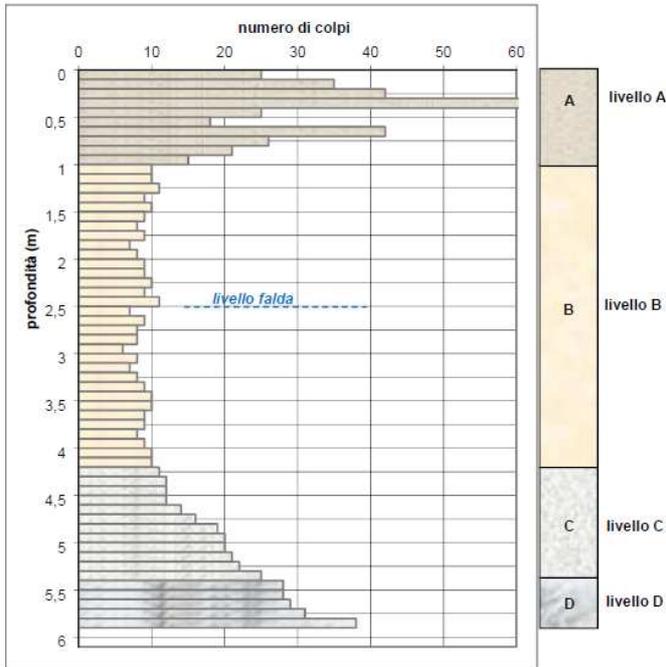


Fig.03 - Istogramma penetrometrico Sp03. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

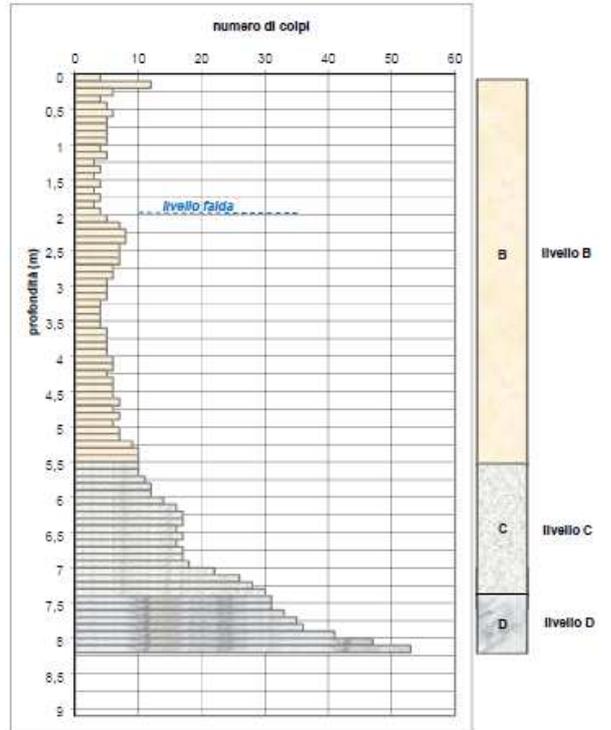


Fig.04 - Istogramma penetrometrico Sp04. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

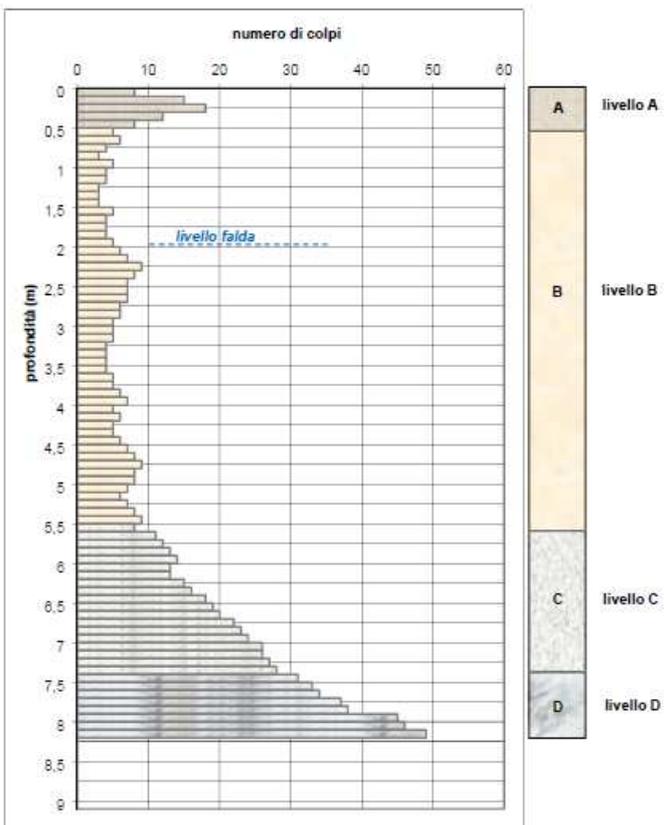


Fig.05 - Istogramma penetrometrico Sp05. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

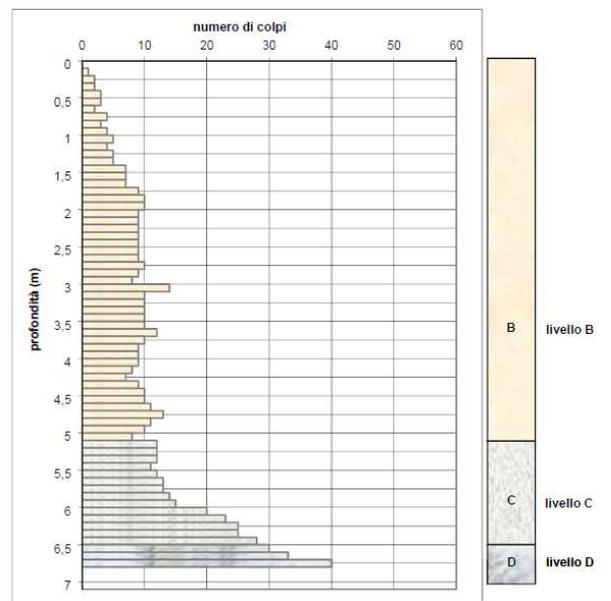


Fig.06 - Istogramma penetrometrico Sp06. Suddivisione litotecnica in base alla consistenza.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 23 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

7 IDROGEOLOGIA

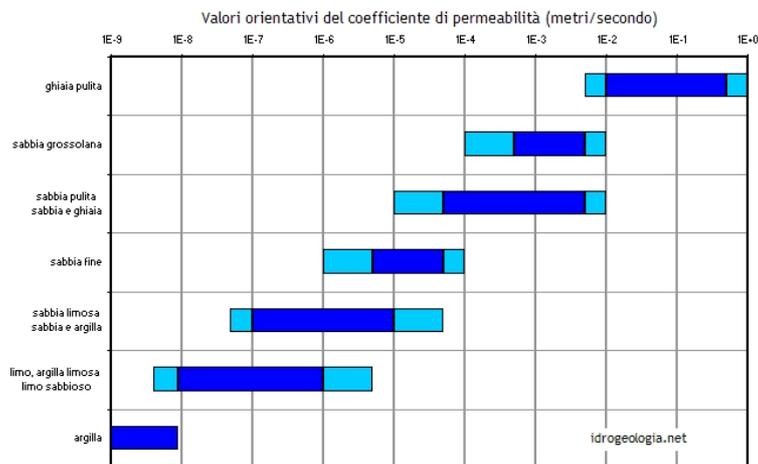
Nel corso dell'esecuzione delle prospezioni penetrometriche è emersa la presenza di acqua nelle prospezioni Sp03, Sp04 e Sp05, profondità di circa 2-3m dal p.c..

Il litotipo superficiale [**livello B**] si presentava umido-plastico. Questo può essere sede di manifestazioni idriche. Dal momento che la falda non è stata rilevata durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, eseguiti in differenti momenti rispetto alle prove penetrometriche, si può ritenere che tale falda abbia un carattere stagionale.

Sulla base delle caratteristiche litologiche, la permeabilità della litologia presente nel sito in esame fa sì che i terreni presenti si classificano come:

- Depositi permeabili per porosità interstiziale: Rientrano all'interno di tale categoria i depositi colluviali limosi e sabbiosi. Per questi si può assumere un valore della permeabilità K è compreso tra $1 \cdot 10^{-5}$ m/sec e $1 \cdot 10^{-7}$ m/sec.
- Depositi impermeabili: Rientrano all'interno di tale categoria i depositi argillosi e limoso-argillosi. Per queste si può assumere un valore della permeabilità K è compreso tra $1 \cdot 10^{-7}$ m/sec e $1 \cdot 10^{-9}$ m/sec.

Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille



Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione idrogeologica di dettaglio (Rif. Doc. n. RE-000-031).

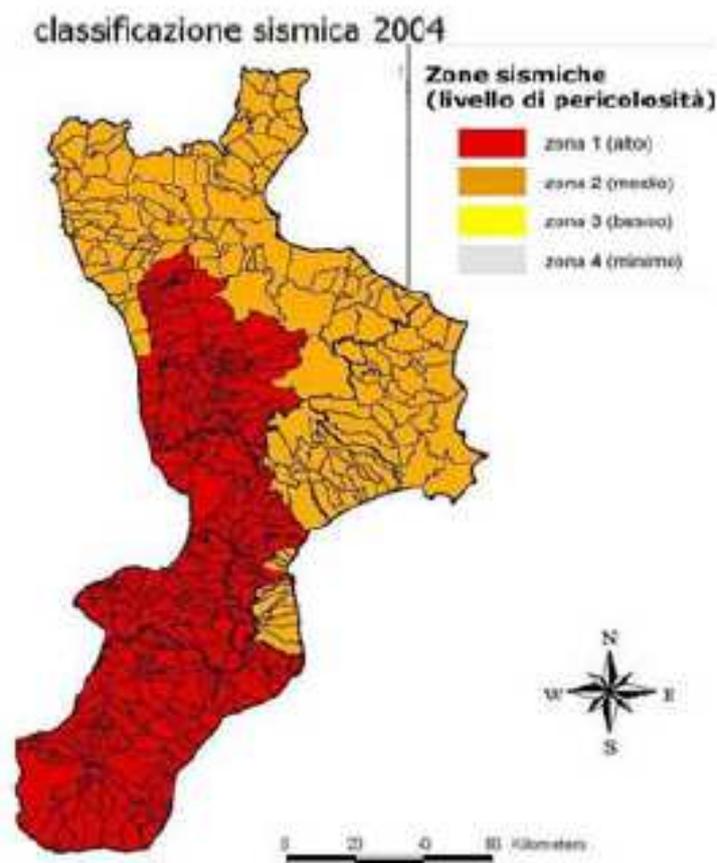
MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 24 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

8 ANALISI SISMICA DELL'AREA

8.1 Macro Zonazione Sismica

L'area in esame, ricade nel Comune di Crotona:

- viene classificata come area di 2° cat., ai sensi della legge n.1684 del 25.11.1962 e successive modifiche ed integrazioni.
- Secondo il D.M. LL.PP. del 14/01/1996 il territorio comunale era classificato con $S = 9$, con un coefficiente di intensità sismica $C = (S-2)/100 = 0.07$.
- secondo la nuova classificazione in ottemperanza all'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003, il territorio era classificato zona "2", con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni = 0.15-0.25g nonché accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastica = 0.25 g



- secondo l'Ordinanza PCM del 287 aprile 2006 n. 3519, all. B, che suddivide il territorio in classi di accelerazioni massima attesa, per il territorio di Crotona si ha un valore di accelerazione massima al suolo oscillante tra 0.20 e 0.30 g

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar**RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA****RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

N° Documento:

03049-PPL-RE-200-0030

Foglio

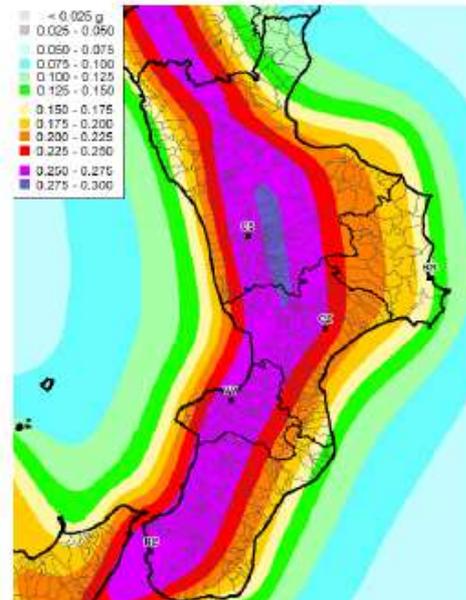
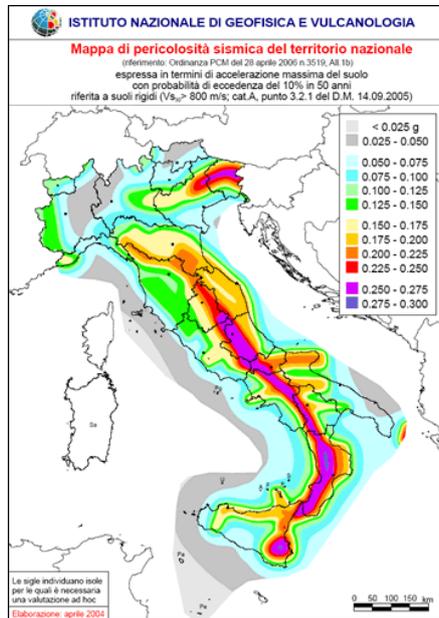
25 di 31

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-200-030



Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e i successivi aggiornamenti delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M 17.01.2018 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione sismica di dettaglio (Rif. Doc. n. RE-000-032).

8.2 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fronti di scavo e rilevati

Sito in esame.

latitudine: 39,04659
longitudine: 17,086171
Classe: 4
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 41014 Lat: 39,0282 Lon: 17,0259 Distanza: 5594,820
Sito 2 ID: 41015 Lat: 39,0261 Lon: 17,0901 Distanza: 2308,299
Sito 3 ID: 40793 Lat: 39,0760 Lon: 17,0928 Distanza: 3322,588

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 26 di 31		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-030	

Sito 4 ID: 40792 Lat: 39,0781 Lon: 17,0286 Distanza: 6082,012

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 100anni
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 60 [anni]
 ag: 0,064 g
 Fo: 2,355
 Tc*: 0,316 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 101 [anni]
 ag: 0,083 g
 Fo: 2,386
 Tc*: 0,332 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 949 [anni]
 ag: 0,225 g
 Fo: 2,440
 Tc*: 0,375 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 1950 [anni]
 ag: 0,294 g
 Fo: 2,479
 Tc*: 0,387 [s]

Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,540
 St: 1,000

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA						
N° Documento:		Foglio		Rev.:		N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0030		27	di 31	00		RE-200-030

Kh: 0,000
 Kv: 0,000
 Amax: 0,936
 Beta: 0,000
 SLD:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,510
 St: 1,000
 Kh: 0,058
 Kv: 0,029
 Amax: 1,218
 Beta: 0,470
 SLV:
 Ss: 1,370
 Cc: 1,450
 St: 1,000
 Kh: 0,117
 Kv: 0,058
 Amax: 3,019
 Beta: 0,380
 SLC:
 Ss: 1,260
 Cc: 1,440
 St: 1,000
 Kh: 0,000
 Kv: 0,000
 Amax: 3,631
 Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 39.045574

longitudine: 17.085384

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 28 di 31	Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-200-030

8.3 Valutazione del $V_{s,eq}$.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- **h_i** spessore dell'i-esimo strato;
- **V_{s,i}** velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- **N** numero di strati;
- **H** profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$), ottenuto dal Modello Medio dell'elaborazione dei dati acquisiti attraverso la base sismica, è risultato essere in riferimento al piano campagna:

$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 261$ m/s	[MASW 01]
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 310$ m/s	[MASW 02]
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 256$ m/s	[MASW 03]
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 277$ m/s	[MASW 04]
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 224$ m/s	[MASW 05]
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 311$ m/s	[MASW 06]

Valore riferito al piano campagna. Per una più esaustiva comprensione dell'aspetto si rimanda alla lettura dell'elaborato tecnico "Relazione sulle indagini" (Doc. n. RE-000-033).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar							
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA							
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA							
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030		Foglio 29 di 31		Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-200-030	

9 CONCLUSIONI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Dai risultati del rilevamento geologico di superficie e delle indagini dirette e indirette condotte nell'area è emerso che il territorio in esame da un punto di vista litologico è costituito da limi argillosi, nei primi metri 6-7 metri in media, e da un substrato costituito da argille grigio-blu consistenti.

Alla luce della recente normativa in materia di costruzioni, NTC 2018, facenti seguito al D.M: del 17/01/2018, è stato stimato, sulla base delle prospezioni sismiche eseguite in occasione della campagna del 2019, il parametro del $V_{s,eq}$ utilizzando i risultati della prospezione sismica in onde S di tipo MASW. Pertanto è stato possibile attribuire al sottosuolo in esame la categoria di suolo di fondazione di tipo "C".

9.1 Modello lito-tecnico dei terreni

La campagna di indagini geognostiche, eseguita in due fasi successive, è consistita in (Rif. Doc. n. RE-000-033):

- Prima fase
 - ✓ n. 3 sondaggi geognostici
 - ✓ n.4 indagini sismiche in onde P
 - ✓ n. 1 prosa sismica MASW
- Seconda fase
 - ✓ n. 6 prove penetrometriche dinamiche (tipo DPM);
 - ✓ n. 6 prospezioni sismiche di tipo MASW;
 - ✓ n.5 prospezioni sismiche in onde P;
 - ✓ n. 6 acquisizioni HVSR.

Nella tabella seguente vengono sintetizzati i range di variazione delle principali caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati nel corso delle prospezioni, ricavati dalle prove in sito e rapportati a prove di laboratorio terre eseguite sui campioni di terreno indisturbati.

LIVELLO	Profondità (media)	LITOTIPO	N_{SPT}	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	C' (kpa)	C_u (kpa)
(B)	0, 0 ÷ 5,0	Limo-argilloso-sabbioso	5 ÷ 10	16,0 ÷ 18,5	18 ÷ 26	1 ÷ 10	8 ÷ 22
(C)	5,0 ÷ 6,5	Limo- argilloso	8 ÷ 15	18,0 ÷ 19,0	15 ÷ 21	10 ÷ 20	35 ÷ 80
(D)	>6,5	Substrato argilloso	>15	19,0 ÷ 20,1	18 ÷ 25	15 ÷ 35	70 ÷ 150

Range di variazione dei principali parametri fisico-tecnici dei litotipi attraversati nel corso delle prospezioni.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 30 di 31	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-030

Considerate le caratteristiche geotecniche dei terreni, le condizioni geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame, dopo aver analizzato le carte del PAI (Carta della Classificazione dei Fenomeni Franosi) e dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), in relazione all'opera da realizzare, non si evidenziano criticità di sorta, pertanto si esprime un parere geologico favorevole alla realizzazione delle opere in progetto.

Per quanto già affermato nei precedenti paragrafi, l'assetto geologico e geomorfologico dell'area oggetto d'indagine è tale che in corrispondenza del sito d'intervento non sussistano situazioni geologiche, morfologiche o litologiche che possano mettere in discussione la sicurezza delle opere in progetto.

In particolare nell'area oggetto d'indagine non sussistono fenomeni d'instabilità dei versanti o fenomeni erosivi superficiali significativi.

Le modalità operative della posa in opera, in tale contesto morfo-litologico, non potranno creare situazioni di pericolosità geologica e, pertanto, la morfologia dei luoghi quanto il regime di deflusso superficiale delle acque saranno mantenute allo stato originario.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0030	Foglio 31 di 31		Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-030

10 ALLEGATI

- Allegato 1: Carta geologica di dettaglio – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-CGD-200-050)
- Allegato 2: Carta geologica di dettaglio – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-CGD-220-050)
- Allegato 3: Carta geomorfologica di dettaglio – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-CGM-200-051)
- Allegato 4: Carta geomorfologica di dettaglio – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-CGM-220-051)
- Allegato 5: Carta geolitotecnica di dettaglio – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-GLT-200-055)
- Allegato 6: Carta geolitotecnica di dettaglio – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-GLT-220-055)
- Allegato 7: PAI Cassificazione fenomeni franosi – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-PAI-200)
- Allegato 8: PAI Cassificazione fenomeni franosi – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-PAI-220)
- Allegato 9: Carta dei dissesti (PAI e IFFI) – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-PAI-203)
- Allegato 10: Carta dei dissesti (PAI e IFFI) – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-PAI-223)