



COMUNE DI BONIFATI

Provincia di Cosenza

PROGETTO ESECUTIVO

*LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI
MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE*

Tavola n. 28 - Relazione geologica

PROGETTAZIONE
Ufficio Tecnico Comunale

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ufficio Tecnico Comunale

IL GEOLOGO
Dott. Giorgio CANONACO

Riservato agli uffici

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

INDICE

<u>PREMESSA</u>	pag.	2
1. <u>METODOLOGIA DI STUDIO</u>	pag.	4
2. <u>MODELLO GEOLOGICO</u>	pag.	6
2.1 <i>Inquadramento geografico e geologico</i>	pag.	6
2.1.1 <i>Litostratigrafia, origine e natura dei litotipi</i>	pag.	9
2.2 <i>Inquadramento geomorfologico</i>	pag.	9
2.3 <i>Assetto idraulico e idrogeologico</i>	pag.	10
3. <u>INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO NELL'AMBITO DEL P.A.I.</u>	pag.	11
4. <u>PIANO D'INDAGINI ESEGUITO PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO</u>	pag.	14
4.1 <i>Sondaggi meccanici a carotaggio continuo</i>	pag.	14
4.2 <i>Prospezione sismica di tipo M.A.S.W.</i>	pag.	15
5. <u>MODELLO GEOLOGICO</u>	pag.	17
5.1 <i>Modello geologico di progetto</i>	pag.	19
6. <u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</u>	pag.	38

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

P R E M E S S A

La presente relazione geologica, redatta per incarico *dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010"*, è parte integrante del progetto ESECUTIVO per la mitigazione del rischio idrogeologico, dei dissesti in atto nel Comune di Bonifati (CS).

Gli eventi meteorologici che si sono susseguiti negli ultimi anni hanno determinato nell'ambito dell'intero territorio comunale situazioni di particolare criticità, con conseguenti danni alle infrastrutture pubbliche.

La seguente relazione geologica è da considerarsi parte integrante degli elaborati progettuali per come previsto nelle N.T.C..

Tramite il presente studio di dettaglio si è voluto verificare la **compatibilità geologico - tecnica** degli interventi in proposta con le peculiarità del sito, con particolare riguardo alle caratteristiche geologiche e di assetto geomorfologico.

A tal fine è stato ricostruito il modello geologico dell'area, con esame dei parametri geologici e geomorfologici più significativi, estesi a un congruo intorno dell'area di studio, preceduti da una ricerca preliminare di tipo bibliografico e cartografico, oltre che di inquadramento della zona nell'ambito della cartografia del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI).

Per la definizione del modello geologico di progetto ci si è, invece, basati sui risultati di una campagna d'indagini geognostica eseguita sull'area in oggetto, dalla ditta **Prospezioni S.r.l.** di Montalto Uffugo (CS).

Il progetto proposto, suddiviso in 6 interventi, si prefigge lo scopo di mitigare il rischio idrogeologico nel territorio comunale.

Per una corretta impostazione progettuale e, nello specifico, per ciò che concerne la definizione della fattibilità dell'intervento in relazione al contesto morfologico – territoriale in essere, sono stati osservati i seguenti riferimenti normativi:

- Legge sismica n° 64/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

- D.M. 11.03.88 - 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.
- Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), pubblicate sul BURC n° 20 del 31.10.2002.
- O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.03 riguardante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- D.M. 14.09.2005 Testo Unico delle normative tecniche con la definizione della modellazione geologica e geotecnica nella realizzazione delle opere.
- D.M. 17.01.2018 Norme tecniche per le costruzioni per la progettazione di opere e componenti strutturali secondo determinati livello di sicurezza nei confronti dello stato limite della struttura e, per il caso in esame, trattandosi di struttura esistente, di stato limite ultimo (SLU).
- Regolamento regionale "procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla legge regionale del 28/12/2015 n° 37.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

1. METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente studio delle 'aree a criticità geomorfologica, è stato organizzato e sarà espletato in diverse fasi consequenziali, caratterizzate ciascuna da un maggior grado di approfondimento, di seguito dettagliate:

fase preliminare:

corrisponde alla fase di approccio ai luoghi, con inquadramento dell'area nell'ambito degli strumenti di pianificazione territoriale vigenti:

ricerca bibliografica e cartografica di base;

consultazione della cartografia allegata al piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico:

Carta Inventario dei Centri abitati instabili (scala 1:10.000)

Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio (scala 1:10.000)

Perimetrazione aree a rischio idraulico (scala 1:25.000)

e relativi aggiornamenti, per la verifica di inesistenza di interferenza con aree a rischio in esso perimetrate, con particolare riguardo alle aree a rischio elevato (R3) e molto elevato (R4):

- ✓ analisi della sismicità storica dell'area, con particolare riferimento ai danni subiti dal patrimonio storico - culturale e ambientale;
- ✓ espletamento dei sopralluoghi preliminari;
- ✓ programmazione dell'indagine indiretta di tipo sismico utile alla definizione del modello di risposta elastica del sottosuolo;

fase di analisi diretta:

corrisponde alla conoscenza diretta del sito, attuata fondamentalmente tramite i rilievi diretti e l'esecuzione delle indagini geognostiche programmate nella fase preliminare:

- ✓ rilievi diretti di tipo geologico e geomorfologico estesi anche agli ambiti

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

contermini;

- ✓ Esecuzione di n° 2 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nelle aree dove sono previsti interventi strutturali con paratie (Intervento 1 e 2).
- ✓ esecuzione di stendimenti sismici di tipo M.A.S.W. e conseguente definizione dei parametri elasto-meccanici del terreno di sedime della struttura oggetto d'intervento;
- ✓ esame delle condizioni litostratigrafiche e raffronto con caratteristiche e spessori dei sismostrati individuati con l'indagine sismica;
- ✓ classificazione dei suoli di fondazione e definizione del coefficiente topografico secondo la normativa emanata per le aree sismiche (N.T.C.) con definizione dei parametri e coefficienti sismici di progetto, il tutto sarà oggetto della **relazione di pericolosità sismica di base**.

fase di sintesi:

è consistita nell'elaborazione dei dati acquisiti nelle due precedenti fasi di lavoro per l'individuazione delle opportune soluzioni tecniche e degli accorgimenti realizzativi da adottare nella progettazione e nella esecuzione degli interventi.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

2. MODELLO GEOLOGICO

Nel presente paragrafo sono sintetizzate le osservazioni e le analisi derivanti dal rilievo geologico, geomorfologico e litostratigrafico.

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

Le aree oggetto di studio ricadono in una zona collinare tra i centri abitati di Bonifati paese e la località Torrevecchia/Timpone nel Comune di Bonifati (CS). Nello specifico sono state rilevate sei aree opportunamente cartografate (vedi fig.1 e 2).

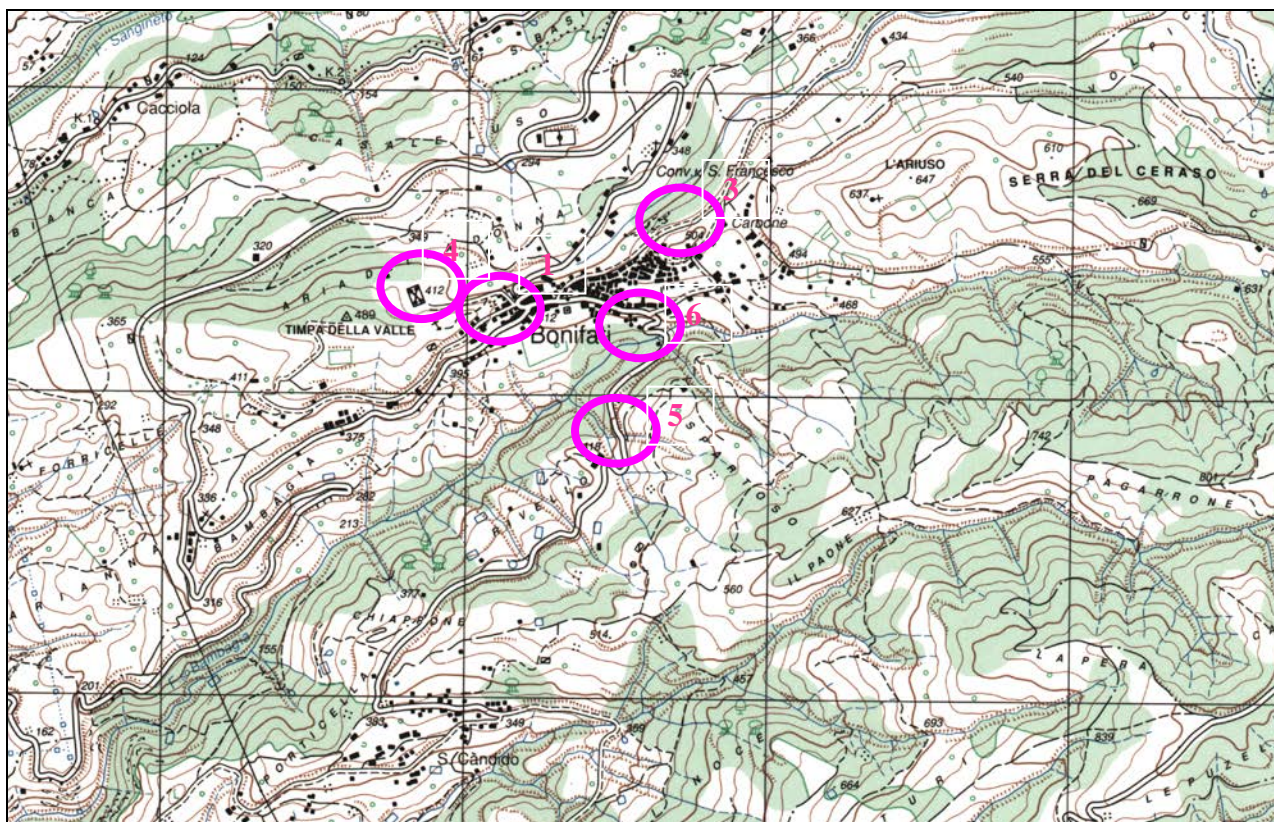


Fig.1 Stralcio Carta d'Italia 1:25.000 – località Bonifati paese.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

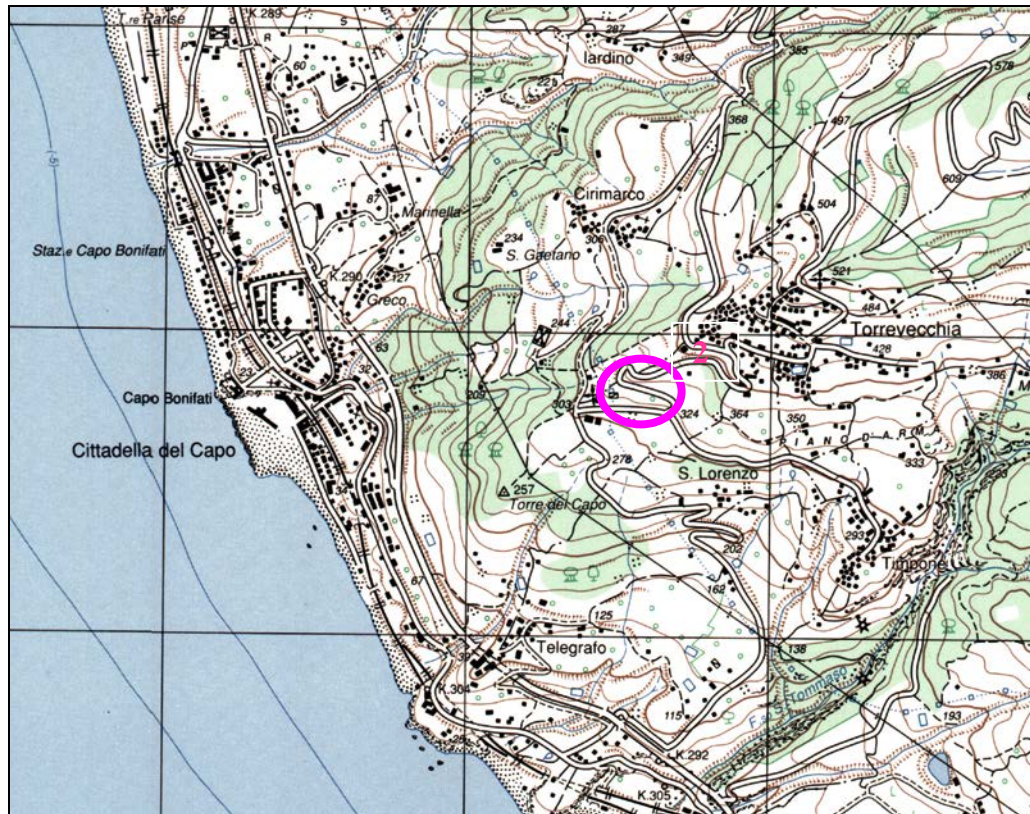


Fig.2 – Stralcio Carta d'Italia 1:25.000 – località Bonifati e Timpone/Torrevecchia.

Queste aree che degradano verso i principali impluvi naturali sono caratterizzate geolitologicamente da materiali omogenei come si evince dalla carta geologica ufficiale della Calabria Foglio 228 tav. I SE – Cetraro e tav. I N.O. Belvedere (Vedi Fig.3).

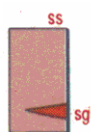
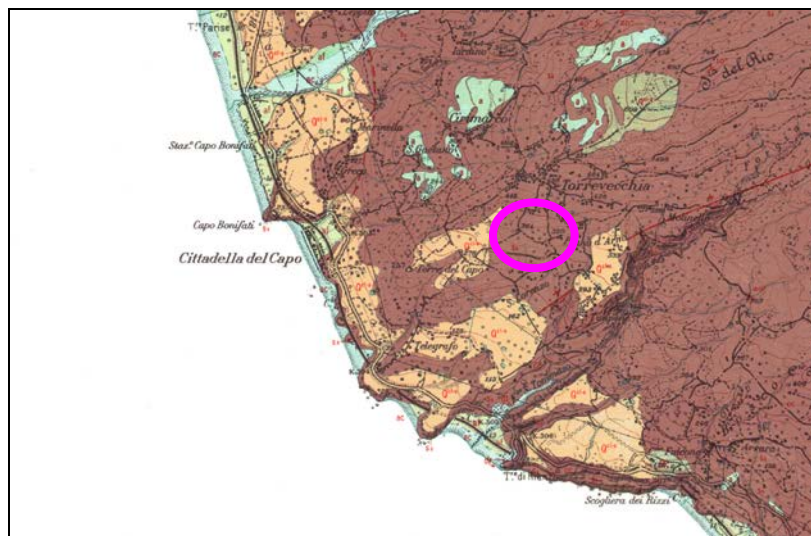
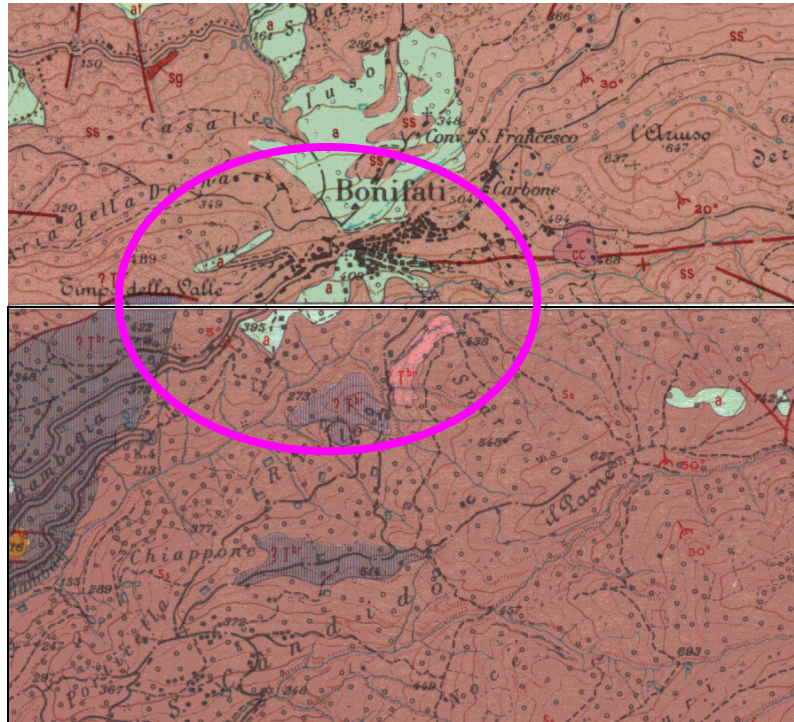
RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018



Scisti sericitici, occasionalmente talcosi, biancastri, verdi e rossi (ss), talora con intercalazioni quarzitiche. Parallelamente alla scistosità, che è regolare e ben sviluppata, vi sono talora lenticelle di quarzo. Nel complesso si osservano grandi ammassi di calcari cristallini cc e, verso il tetto, lenti di gesso (sg). Le rocce presentano una resistenza all'erosione da media ad elevata. Permeabilità complessivamente bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione.

Fig.3 – Stralcio carte geologiche della Calabria F 228 I SE – Cetraro e I NO Belvedere.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

2.1.1 LITOSTRATIGRAFIA, ORIGINI E NATURA DEI LITOTIPI

Dal presente studio, supportato dai risultati del rilievo geologico/strutturale, si è potuto definire l'esistenza di una formazione sostanzialmente definita come ammasso roccioso scistoso, in letteratura scisti sericitici.

L'ammasso roccioso, in superficie molto alterato e fratturato è costituito da scisti di colore dal marrone al grigio scuro. In modo frequente è presente un accumulo di detrito di falda costituito da brecce immerse in una matrice sabbiosa di colore marrone scuro e/o ammasso roccioso scistoso fortemente alterato e degradato con spessore variabile.

Alla base del detrito di falda si è potuto rilevare un ammasso roccioso molto fratturato e successivamente un ammasso roccioso scistoso moderatamente fratturato.

Si evidenzia come nell'ammasso roccioso scistoso, soprattutto nella località Timpone, sono presenti frequenti intercalazioni di calcare di colore ocra, soprattutto nelle aree sommitali, vedi area dell'intervento 1 e 5 è caratterizzata nella sua totalità da calcare fratturato, per il tipo di affioramento e la possibilità di rilevare le fratture presenti in quest'area si è eseguito un rilievo strutturale al fine di caratterizzare l'ammasso anche sotto l'aspetto geotecnico.

2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

In questo paragrafo vengono descritti i lineamenti geomorfologici della zona in generale come eventuali dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva.

Le vicende tettoniche delle formazioni affioranti hanno influito non poco sull'assetto morfologico attuale dell'area.

La conformazione di tale area, nel complesso è caratterizzata da zone collinare da moderatamente a fortemente acclivi.

I risultati del rilievo geomorfologico ha evidenziato in tutta l'estensione dell'area un assetto abbastanza irregolare caratterizzato dalla presenza di numerosi salti

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

morfologici, che visto gli intensi periodi piovosi che sono avvenuti in quest'anni hanno innescato i movimenti geomorfologici oggetto di consolidamento.

Per le aree cimitero Bonifati – intervento 1 e intervento 5 località Rivello i movimenti gravitativi possono essere definiti di "crollo" per la particolare geomorfologia e litologia rilevata.

2.3 ASSETTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO

Nel presente studio, oltre alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrologiche dell'area, vengono esaminate anche quelle idrogeologiche e idrauliche.

Le aree, come inquadrata negli aspetti geologici e geomorfologici, sono situate, lungo i versanti dei principali impluvi naturali presenti nell'area, litologicamente caratterizzati, in grande linee, da un ammasso roccioso di tipo scistoso.

L'assetto geologico delle aree di studio, pertanto, favoriscono una circolazione di acque che, penetrate nei livelli permeabili superficiali, si raccolgono e scorrono in profondità al contatto con le rocce scistose/calcaree che costituisce pertanto il tampone naturale delle acque di infiltrazione superficiale.

Dal rilievo effettuato, non si è riscontrata la presenza di falda idrica superficiale s.s., tuttavia dalle caratteristiche idrologiche dei litotipi e dalle caratteristiche geomorfologiche nell'area si segnala la presenza di acqua meteorica e di deflusso superficiale.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

3. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO NELL'AMBITO DEL P.A.I.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), che riguarda tutto il territorio regionale, comprende le aree in frana e quelle alluvionali; esso rappresenta la sintesi di vari studi effettuati sul campo e di tutte le banche dati esistenti in materia, fra cui, in particolare:

- o il censimento delle aree calabresi storicamente colpite da frane ed inondazioni (fonte: progetto Avi C.N.R. – Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche, versione 1.2 dicembre 1998);
- o il censimento delle aree calabresi storicamente colpite da frane ed inondazioni (fonte: Archivi di Stato – PROGETTO Telcal - azione progettuale Amministrazione regionale, progetto pilota, banca dati territoriale, versione 1.0 dicembre 2000);
- o il censimento delle aree ad elevato rischio idrogeologico (D.L. 180/98); la ricerca effettuata direttamente dal personale tecnico della Autorità di bacino della Regione Calabria.

Facendo riferimento a quanto contenuto nel PAI, e più precisamente alla "Carta Inventario dei Centri Abitati Instabili" e alla "Carta Inventario delle Frane e delle relative Aree a Rischio", e carta "Perimetrazione area a rischio idraulico) del Comune di Bonifati, dove sono state indicate le zone a diverso rischio di frana e idraulico, risulta che le aree d'interesse progettuale non ricadono in zone con particolari condizioni di rischio connessi a processi geomorfologici e idraulici (Vedi fig. 4 e 5).

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

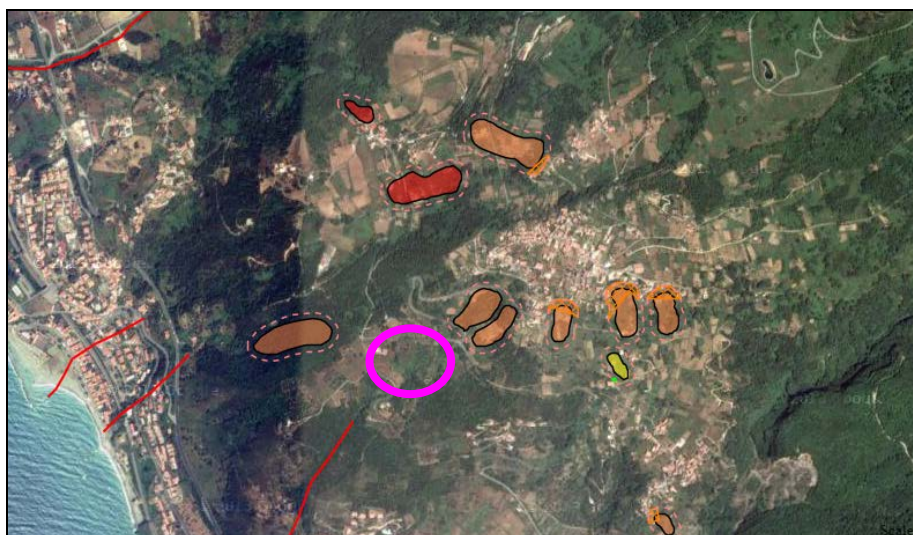
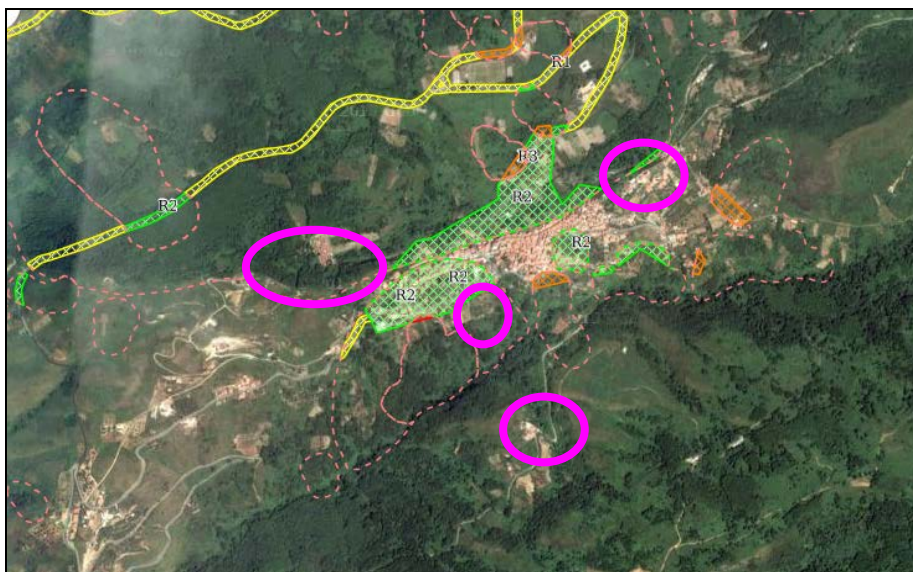


Fig.4 e 5 – Stralcio Webgis PAI – Regione Calabria – località Bonifati e Timpone/Torrevecchia.

Dall'adozione del PAI, le Amministrazioni, gli Enti pubblici nonché i soggetti privati, sono immediatamente vincolati alle prescrizioni fatte limitatamente alle aree perimetrare negli allegati.

Il confronto con gli elaborati PAI, ha fornito per l'area in esame la seguente situazione:

RISCHIO FRANE:

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

Carta Inventario dei Centri abitati instabili (scala 1:10.000) / Carta inventario delle frane e relative aree a rischio (scala 1:10.000):

il sito sui quali è prevista la realizzazione delle opere non è interessato da alcun fenomeno morfogenetico e, quindi, non è soggetto a rischio.

RISCHIO IDRAULICO:

Aree vulnerate ed elementi a rischio (scala 1:25.000):

in fase di consultazione delle fonti storiche e bibliografiche per l'elaborazione del PAI - dati A.V.I., banca dati storica (SIRICA), Piano di previsione e prevenzione del rischio (CS) e da Informativa Comuni (puntuali e areali) - *non sono stati riconosciuti elementi indicativi di vulnerabilità dell'area;*

Perimetrazione aree a rischio (scala 1:25.000):

trattandosi di zona "non vulnerata", l'area d'interesse non risulta di conseguenza soggetta a rischio idraulico o interessata da aree, punti e/o zone di attenzione.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

4 PIANO D'INDAGINI ESEGUITO PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO.

Durante la fase di intervento diretto del progetto sono state eseguite le seguenti tipologie di indagine, con l'obiettivo di definire con adeguato dettaglio il modello litostratigrafico, idrogeologico del sottosuolo e sismico il tutto per la definizione del modello geologico e geotecnico di progetto.

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FINALITÀ
Indagine diretta [geognostica]	Sondaggio meccanici a carotaggio continuo con recupero di materiale del tipo semidisturbato e relativa conservazione in apposite cassette catalogatrici	Ricostruzione del modello geologico idrogeologico e litostratigrafico
Indagine diretta [geotecnica]	Esecuzione di prove in foro di tipo S.P.T. (<i>Standard Penetration Test</i>) per la determinazione dello stato di addensamento e/o consistenza dei terreni indagati	Ricostruzione del modello geotecnico di progetto.
Indagine indiretta [geofisica]	Esecuzione di prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W.	Ricostruzione del modello elasto - meccanico e valutazione della pericolosità sismica di base

4.1 SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO

Le indagini dirette meglio rispondenti alle caratteristiche litostratigrafiche dell'area e all'importanza delle opere in progetto sono rappresentate dai sondaggi meccanici a carotaggio continuo e l'esecuzione delle prove geotecniche in foro tipo S.P.T. congiuntamente al rilievo geologico/strutturale eseguito sugli affioramenti presenti.

Tutte le informazioni riguardanti tale categoria di lavori sono state sintetizzate e riportate in forma grafica nel report di prova allegato al presente studio, della impresa *Prospezioni S.r.l.*, cui si rimanda per un maggior dettaglio riguardo le descrizioni litologiche degli intervalli riconosciuti.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

In particolare sono state eseguite le seguenti lavorazioni:

- N° 2 sondaggi a carotaggio continuo protratti fino alla massima profondità di 15,00 metri dal p.c.;
- N° 8 prove geotecniche in foro di tipo S.P.T.;

Durante la fase di prelievo si sono dovute applicare speciali tecniche di carotaggio e l'utilizzo di doppi carotieri di tipo T2 e T6, al fine di prelevare i campioni di terreno con il minor disturbo dovuto alla rotazione degli utensili.

Per avere maggiore dettaglio sulle caratteristiche geologiche dei litotipi oggetto di studio si rimanda al report d'indagini allegato.

4.2 PROSPEZIONI SIMICHE TIPO M.A.S.W.

Il Metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di determinare il profilo delle velocità delle onde di taglio V_s e il parametro V_{s30} necessario alla classificazione sismica del suolo, in ottemperanza con le normative tecniche nazionali (D.M. 17-01-2018) ed internazionali (Eurocodici EC 7 e EC 8).

Pertanto, poiché il parametro V_{s30} è il risultato della media pesata delle velocità V_s relative ai primi 30 metri di sottosuolo investigato, l'impiego della metodologia M.A.S.W. per la sua determinazione risulta essere decisamente valida.

Il metodo M.A.S.W. prende in esame la variazione di velocità di propagazione delle onde superficiali (velocità di fase) a diverse frequenze (dispersione), imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S, i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda, questa proprietà si chiama dispersione.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura M.A.S.W. può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s , che descrive la variazione di V_s con la profondità.

In particolare sono state eseguite le seguenti lavorazioni:

- n°6 prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W. a 24 canali e distanza intergeofonica di 2 metri.

Per i dettagli tecnici e le elaborazioni delle prospezioni sismiche si rimanda alla relazione sulla pericolosità sismica di base e al report d'indagini.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

5.0 MODELLO GEOLOGICO

Il **modello geologico** degli interventi previsti nel presente studio sono stati ottenuti, oltre che tramite i rilievi diretti di campagna, anche tramite il rilievo geologico/strutturale, l'esecuzione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo e le prove geotecniche in foro tipo S.P.T..

Le indagini hanno consentito di valutare con adeguato dettaglio le caratteristiche dei terreni affioranti in funzione degli interventi di progetto.

I litotipi presenti, sono stati suddivisi in base alla consistenza litologica rilevata e in funzione dei dinamismi che hanno subito nel corso degli anni.

Per ciascun livello litotecnico sono stati, infine, indicati gli strumenti attraverso i quali è stata possibile la loro individuazione.

Il modello geologico si può così sintetizzare:

Cop – Copertura

Proprio per la sua genesi è caratterizzato da assenza di struttura e da un valore basso dello stato di addensamento è caratterizzati da intercalazioni irregolari di sabbie e dalla presenza di ciottoli eterogeni ed eterometrici a spigoli vivi. Il litotipo normal consolidato è privo di stratificazioni e presenta un'alta permeabilità.

Ammasso roccioso di tipo scistoso/calcareo

Costituite da un ammasso roccioso di tipo scistoso con frequenti intercalazioni, soprattutto nelle aree sommitali, di calcare di colore bruno rossastro.

L'ammasso roccioso di tipo scistoso è caratterizzato da fratture e una forte alterazione nei primi metri, in particolare si è rilevato, durante le fase di carotaggio continuo un prelievo a spezzoni non superiori ai 2-3 cm con superfici di scistosità molto fitte e ravvicinate facilmente disgregabili con le mani.

Questo litotipo è inoltre caratterizzato da una permeabilità estremamente variabile.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

Ammasso roccioso di tipo scistoso/calcareo

Durante le fasi di perforazione a carotaggio continuo se è potuto rilevare, in profondità, ad un passaggio stratigrafico caratterizzato da un ammasso roccioso scistoso meno alterato rispetto al precedente ma con presenza di numerose fratture. Anche in questo caso gli spezzoni carotati sono disaggregabili con le mani.

INTERVALLO STRATIGRAFICO	UNITA LITOTECNICA	STRUMENTI DI CONOSCENZA
Copertura	Cop	Sondaggi a carotaggio e prove geotecniche in foro di tipo S.P.T.
Ammasso roccioso scistoso/calcareo	ScCaI	Sondaggi a carotaggio, prove geotecniche in foro di tipo S.P.T. e rilievo geologico strutturale.
Ammasso roccioso scistoso	SC	Sondaggi a carotaggio, prove geotecniche in foro di tipo S.P.T. e rilievo geologico strutturale.

LITOLOGIA

Premettendo che avendo sei aree di intervento da investigare, cinque delle quali concentrate nell'area del centro storico di Bonifati, il modello geologico è stato caratterizzato mediante due metodi, il primo che tiene in considerazione del risultato dei carotaggi continui e il secondo del rilievi geo-strutturali eseguiti sulle pareti affioranti.

L'esame del materiale semidisturbato (*classe* $Q_1 - Q_2$), ha evidenziato la presenza di materiale caratterizzato da un litotipo metamorfico (scisti) da molto degradato e fratturato a moderatamente fratturato.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

A questo ammasso roccioso si sovrappone, un deposito composto da brecce e sabbie con spessori variabili poco consolidate.

Ad ogni modo, in seguito, sarà ricostruito un modello geologico di dettaglio per ogni singolo intervento.

5.1 MODELLO GEOLOGICO DI PROGETTO

Al fine di poter definire le idonee opere di consolidamento atte a mitigare il rischio esistente si propone nel seguente paragrafo il modello geologico di dettaglio per i singoli interventi previsti in progetto.

Area 1 – Strada accesso cimitero Bonifati.

Sito costituito da un affioramento con parete sub-verticale di un ammasso roccioso di tipo calcareo (*vedi foto n° 1 e 2*) con uno spessore stimato superiore ai 10 metri di altezza, dove si segnalano crolli di blocchi lapidei che interessano la strada comunale che dal centro storico porta al cimitero comunale.



Foto n°1 e 2 – Costone roccioso antistante strada comunale ingresso cimitero comunale.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

La procedura di classificazione degli ammassi rocciosi calcarei è stata eseguita secondo il criterio di rottura di Hoek & Brown (1980), nonché secondo il criterio classificativo di Bieniawski (1973).

La classificazione di Bieniawski indicata, si basa sulla stima di 5 diversi parametri ognuno dei quali è valutato in modo quantitativo ed a ciascuno dei quali è assegnato un indice parziale; la somma degli indici parziali fornisce un indice finale (indice RMR "Rock Mass Rating") che individua una classe di qualità dell'ammasso.

Per la stima dei parametri, BIENIAWSKI, presenta una serie di grafici di correlazione che consentono di determinare con maggior precisione i singoli valori.

PARAMETRI		INTERVALLI DI VALORI							
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale(Mpa)	>8	4-8	2-4	1-2	Non applicabile		
		Compressione monoassiale(MPa)	>200	100-200	50-100	25-50	10-25	3-10	1-3
	Indice		15	12	7	4	2	1	0
2	ROD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Indice		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI (m)		>3	1-3	0,3-1	0,05-0,3	<0,05		
	Indice		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia dura	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia dura	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia tenera	Superfici lisce o laminate o riempimento<5mm o apertura 1-5mm. Giunti continui	Riempimento tenero con spessore >5mm o giunti aperti>5 mm. Giunti continui		
	Indice		25	20	12	6	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m di lunghezza del tunnel (litri/min)	Assente		< 25	25-125	>125		
		Rapporto Pressione acqua nei giunti/Pressione naturale in sito	0		0-0,2	0,2-0,5	>0,5		
	Condizioni generali	Giunti asciutti		Umidi	Acqua in debole pressione	Gravi problemi idraulici			
	Indice		10		7	4	0		

Indici di classificazione degli ammassi rocciosi secondo il metodo RMR, BIENIAWSKI (1976)

Dal valore così ottenuto dell'indice RMR è possibile classificare l'ammasso roccioso secondo i campi definiti nella sotto riportata tabella:

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

RMR	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima
Coesione(Mpa)	<0,1	0,1-0,15	0,15-0,20	0,2-0,3	>0,3
$\phi(^{\circ})$	<30	30-35	35-40	40-45	>45

Classi degli Ammassi Roccosi secondo i parametri R.M.R.

Litologia prevalente: ammasso roccioso costituito da calcare di colore ocra a tratti con intercalazioni di scisti sericitici.

La roccia affiorante presenta lesioni beanti che immergono tendenzialmente in direzione S-O con un cappellaccio in testa di potenza massima circa 3.00 metri, costituito da materiale fortemente alterato e fratturato di colore marrone scuro.

Geotecnica: dal rilievo struttura eseguito si consigliano i seguenti parametri geotecnici,

Gamma = 2,00 t/mc;

Coesione = 0,1 Kg/cm^q;

Angolo d'attrito = 30°

Resistenza allo sfilamento 3 – 5 Kg/cm^q

Interventi consigliati

In relazione alle criticità geologiche presenti, al fine di minimizzarne il rischio, si consigliano, interventi sia di ingegneria naturalistica, sia idraulico- forestali.

Nella prima fase si consiglia la rimozione degli apparati radicali, della vegetazione a raso e dei cespugli, alla scorticatura del terreno ed eventuali disganci; successivamente si potrà operare con il rafforzamento corticale a contatto della pendice, mediante la realizzazione di chiodatura in parete, da eseguire perpendicolarmente al verso di immersione della frattura, con successiva posa in

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

opera di rete in acciaio a maglia stretta in modo da evitare disgangi anche di piccoli blocchi calcarei.

Area 2 – Strada comunale Timpone - Torrecchia.

Lungo la strada comunale in località Timpone che porta alla popolosa frazione di Torrecchia alla quota topografica di circa 450 m.l.m., si è verificato un dissesto idrogeologico che ha coinvolto un tratto di viabilità comunale della lunghezza di circa 15 metri e che ha comportato la chiusura parziale della infrastruttura interessata con gravi disagi alla popolazione residente.



Foto n 3 e 4 – Tratto di strada Timpone/Torrecchia interessato dal movimento gravitativo.

Il dissesto si è concretizzato nel dilavamento del materiale sottostante la sede stradale con il conseguente abbassamento con collasso parziale della scarpata verso valle (vedi foto n° 3 e 4).

Dal risultato delle indagini eseguite si è potuta evidenziare la seguente stratigrafia (vedi foto n°5 – 6 - 7):

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018



Foto n 5 –Cassetta catalogatrice S2 –C1- materiale carotato da 0.00 a – 5,40 m dal p.c.



Foto n 6 –Cassetta catalogatrice S2 –C2- materiale carotato da – 5.40 a – 11,00 m dal p.c.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018



Foto n 7 –Cassetta catalogatrice S2 –C3- materiale carotato da – 11,00 a – 15,40 m dal p.c.

litologia prevalente:

da 0.00 m a -3.00 m

Terreno di riporto costituito da limi e sabbia con ciottoli di varia natura e dimensioni, di colore marrone scuro, molto compressibile e con presenza diffusa di resti vegetali;

da -3.00 m a -7.80 m

Alterazione del substrato metamorfico (scisti), di colore variabile dal marrone chiaro al marrone rossiccio, carotato a sabbie medio-grossolane, talora sabbie limose, da poco a moderatamente addensati;

da -7.80 m a -15.40 m

Scisti sericitici, talora talcosi, a luoghi scisti filladici di colore dal grigio al verde, con vene di quarzo, molto fratturati e, a luoghi alterati, carotati a spezzoni non superiori ai 10-15 cm con superfici di scistosità molto fitte e ravvicinate facilmente disgregabili con le mani.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

Proposta parametri geotecnici da applicare:

SPT Sondaggio S2

Strumento utilizzato PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 21/09/2017
Falda rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
1.95	8
2.10	11
2.25	13
3.15	15
3.30	18
3.45	24
6.15	18
6.30	25
6.45	31
9.15	34
9.30	47
9.45	100

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	24	2.25	56.74	100	100	56.72
[2] - Strato	42	3.45	63.61	100	100	73.95
[3] - Strato	56	6.45	63.32	100	100	85.81
[4] - Strato	147	9.45	81.62	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] - Strato	24	2.25	24	33.86	26.86	34.72	33.32	38.21	42	30-32	33.97	34.2	45.86	36.91
[2] - Strato	42	3.45	42	39	32	39.76	32.18	41.73	42	35-38	40.1	39.6	49.36	43.98
[3] - Strato	56	6.45	56	43	36	43.68	31.38	42.69	42	>38	43.98	43.8	50.08	48.47
[4] - Strato	147	9.45	147	69	62	69.16	31.83	10.65	42	>38	61.96	71.1	55.8	69.22

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	24	2.25	24	14.12	7.53	16.71	14.22
[2] - Strato	42	3.45	42	24.71	11.15	29.24	22.10
[3] - Strato	56	6.45	56	32.95	13.97	38.99	28.22
[4] - Strato	147	9.45	147	86.49	32.30	102.35	68.02

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	24	2.25	24	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	42	3.45	42	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] - Strato	56	6.45	56	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[4] - Strato	147	9.45	147	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
[1] - Strato	24	2.25	24	Meyerhof ed altri	20.20
[2] - Strato	42	3.45	42	Meyerhof ed altri	21.67
[3] - Strato	56	6.45	56	Meyerhof ed altri	22.16
[4] - Strato	147	9.45	147	Meyerhof ed altri	24.52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
[1] - Strato	24	2.25	24	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.61
[2] - Strato	42	3.45	42	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.79
[3] - Strato	56	6.45	56	Terzaghi-Peck 1948-1967	21.18
[4] - Strato	147	9.45	147	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.14

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Strato	24	2.25	24	Navfac 1971-1982	4.72
[2] - Strato	42	3.45	42	Navfac 1971-1982	7.14
[3] - Strato	56	6.45	56	Navfac 1971-1982	9.13
[4] - Strato	147	9.45	147	Navfac 1971-1982	11.93

Interventi consigliati

In relazione alle criticità geologiche presenti, al fine di minimizzarne il rischio, si consigliano, l'esecuzione di una palificate opportunamente calcolata dal tecnico

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

calcolista ubicata sul ciglio di valle della sede stradale comunale avente la duplice funzione di aumento della resistenza a "taglio" lungo la superficie di scivolamento e di protezione della sede stradale; regimentazione idrica superficiale mediante cunetta atta alla captazione e convogliamento delle acque di ruscellamento; nel sottostante fosso di scolo, riprofilatura del pendio e ripristino e messa in sicurezza della sede stradale.

Area 3 – Strada comunale centro abitato Bonifati (lato nord).

Lungo la strada comunale che delimita il centro abitato verso nord, le copiose piogge verificatesi nell'ultimo periodo, hanno innescato un dissesto idrogeologico in fase di progressivo sviluppo, che ha coinvolto un tratto di viabilità comunale della lunghezza di circa 25 metri (vedi foto n°8).



Foto n 8 – Tratto di strada comunale (lato nord) interessato dal movimento gravitativo.

Tale dissesto sta interessando la sede stradale con un progressivo coinvolgimento della sede carrabile. Le opere di protezione stradale, in tale tratto, risultano spostati dalla posizione originaria e facilmente rimovibili.

Dal risultato delle indagini eseguite si è potuta evidenziare la seguente stratigrafia (vedi foto n° 9 – 10 - 11):

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018



Foto n 9 –Cassetta catalogatrice S1 –C1- materiale carotato da 0.00 a – 5,00 m dal p.c.



Foto n 10 –Cassetta catalogatrice S1 –C2- materiale carotato da 5.00 a – 10.00 m dal p.c.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018



Foto n 11 –Cassetta catalogatrice S1 –C3- materiale carotato da 10.00 a – 15.00 m dal p.c.

Litologia prevalente:

da 0.00 m a -0.70 m

Terreno di riporto costituito da materiale di varia natura.

da -0.70 m a -2.70 m

Scisti sericitici, talora talcosi, a luoghi scisti filladici di colore dal grigio al verde, con vene di quarzo, molto fratturati ed intensamente alterati, carotati a spezzoni non superiori ai 2-3 cm con superfici di scistosità molto fitte e ravvicinate facilmente disgregabili con le mani.

da -2.70 m a -15.00 m

Scisti sericitici, talora talcosi, a luoghi scisti filladici di colore dal grigio al verde, con vene di quarzo, molto fratturati e, a luoghi alterati, carotati a spezzoni non superiori ai 5-7 cm con superfici di scistosità molto fitte e ravvicinate facilmente disgregabili con le mani

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

Proposta parametri geotecnici da applicare:

SPT Sondaggio S1

Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Falda rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

PROVE SPT IN FORO
21/09/2017

Profondità (m)	Nr. Colpi
1.65	14
1.80	24
1.95	28
3.15	26
3.30	41
3.45	48
6.15	31
6.30	43
6.45	47
9.15	33
9.30	48
9.45	100

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	52	1.95	78.99	100	100	82.08
[2] - Strato	89	3.45	85.38	100	100	100
[3] - Strato	90	6.45	75.07	100	100	100
[4] - Strato	148	9.45	79.87	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - Strato	52	1.95	52	41.86	34.86	42.56	34.7	42.57	42	>38	42.93	42.6	52.66	47.25
[2] - Strato	89	3.45	89	52.43	45.43	52.92	33.29	38.73	42	>38	51.54	53.7	55.81	57.19
[3] - Strato	90	6.45	90	52.71	45.71	53.2	31.92	38.47	42	>38	51.74	54	53.77	57.43
[4] - Strato	148	9.45	148	69.29	62.29	69.44	31.66	9.93	42	>38	62.12	71.4	55.27	69.41

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	52	1.95	52	30.60	13.17	36.21	26.47
[2] - Strato	89	3.45	89	52.37	20.62	61.97	42.65
[3] - Strato	90	6.45	90	52.96	20.82	62.66	43.09
[4] - Strato	148	9.45	148	87.08	32.51	103.05	68.46

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	52	1.95	52	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[2] - Strato	89	3.45	89	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[3] - Strato	90	6.45	90	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[4] - Strato	148	9.45	148	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
[1] - Strato	52	1.95	52	Meyerhof ed altri	21.97
[2] - Strato	89	3.45	89	Meyerhof ed altri	24.52
[3] - Strato	90	6.45	90	Meyerhof ed altri	24.52
[4] - Strato	148	9.45	148	Meyerhof ed altri	24.52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
[1] - Strato	52	1.95	52	Terzaghi-Peck 1948-1967	21.08
[2] - Strato	89	3.45	89	Terzaghi-Peck 1948-1967	21.87
[3] - Strato	90	6.45	90	Terzaghi-Peck 1948-1967	21.87
[4] - Strato	148	9.45	148	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.14

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Strato	52	1.95	52	Navfac 1971-1982	8.47
[2] - Strato	89	3.45	89	Navfac 1971-1982	11.93
[3] - Strato	90	6.45	90	Navfac 1971-1982	11.93
[4] - Strato	148	9.45	148	Navfac 1971-1982	11.93

Interventi consigliati

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

In relazione alle criticità geologiche presenti, al fine di minimizzarne il rischio, si consigliano, l'esecuzione di una palificata opportunamente calcolata dal tecnico calcolista ubicata sul ciglio di valle della sede stradale comunale avente la duplice funzione di aumento della resistenza a "taglio" lungo la superficie di scivolamento e di protezione della sede stradale; regimentazione idrica superficiale mediante cunetta atta alla captazione e convogliamento delle acque di ruscellamento; nel sottostante fosso di scolo, riprofilatura del pendio e ripristino e messa in sicurezza della sede stradale.

Area 4 – Strada comunale località Rivello.

Lungo la strada comunale che attraversa il centro storico e si collega verso sud alla località Rivello si è verificato un fenomeno gravitativo che ha interessato il costone roccioso ubicato sul margine della sede stradale. Il fenomeno con tipologia "crollo" ha riversato sulla carreggiata una notevole quantità di materiale anche di notevole dimensioni (vedi foto n° 12).

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018



Foto n° 12 – Costone roccioso antistante strada comunale località Rivello.

La procedura di classificazione degli ammassi rocciosi è stata eseguita secondo il criterio di rottura di Hoek & Brown (1980), nonché secondo il criterio classificativo di Bieniawski (1973).

La classificazione di Bieniawski indicata, si basa sulla stima di 5 diversi parametri ognuno dei quali è valutato in modo quantitativo ed a ciascuno dei quali è assegnato un indice parziale; la somma degli indici parziali fornisce un indice finale (indice RMR "Rock Mass Rating") che individua una classe di qualità dell'ammasso.

Per la stima dei parametri, BIENIAWSKI, presenta una serie di grafici di correlazione che consentono di determinare con maggior precisione i singoli valori

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

PARAMETRI		INTERVALLI DI VALORI							
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale(Mpa) Compressione monoassiale(MPa)	>8 >200	4-8 100-200	2-4 50-100	1-2 25-50	Non applicabile 10-25 3-10 1-3		
	Indice		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Indice		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI (m)		>3	1-3	0,3-1	0,05-0,3	<0,05		
	Indice		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia dura	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia dura	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia tenera	Superfici lisce o laminate o riempimento <5mm o apertura 1-5mm. Giunti continui	Riempimento tenero con spessore >5mm o giunti aperti >5 mm. Giunti continui		
	Indice		25	20	12	6	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m di lunghezza del tunnel (litri/min)	Assente		< 25	25-125	>125		
		Rapporto Pressione acqua nei giunti/Pressione naturale in sito	0		0-0,2	0,2-0,5	>0,5		
	Condizioni generali	Giunti asciutti		Umidi	Acqua in debole pressione	Gravi problemi idraulici			
Indice		10		7	4	0			

Indici di classificazione degli ammassi rocciosi secondo il metodo RMR, BIENIAWSKI (1976)

Dal valore così ottenuto dell'indice RMR è possibile classificare l'ammasso roccioso secondo i campi definiti nella sotto riportata tabella:

RMR	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima
Coesione(Mpa)	<0.1	0.1-0.15	0.15-0.20	0.2-0.3	>0.3
$\alpha(^{\circ})$	<30	30-35	35-40	40-45	>45

Classi degli Ammassi Rocciosi secondo i parametri R.M.R.

Litologia prevalente: ammasso roccioso costituito da calcare di colore ocra a tratti con intercalazioni di scisti sericitici.

La roccia affiorante presenta lesioni beanti che immergono tendenzialmente in direzione S-O con un cappellaccio in testa di potenza massima circa 3.00 metri, costituito da materiale fortemente alterato e fratturato di colore marrone scuro.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

Geotecnica: dal rilievo struttura eseguito si consigliano i seguenti parametri geotecnici,

Gamma = 2,00 t/mc;

Coesione = 0,1 Kg/cm^q;

Angolo d'attrito = 30°

Resistenza allo sfilamento 3 – 5 Kg/cm^q

Interventi consigliati

In relazione alle criticità geologiche presenti, al fine di minimizzarne il rischio, si consigliano, interventi sia di ingegneria naturalistica, sia idraulico- forestali.

Nella prima fase si consiglia la rimozione degli apparati radicali, della vegetazione a raso e dei cespugli, alla scorticatura del terreno ed eventuali di sganci; successivamente si potrà operare con il rafforzamento corticale a contatto della pendice, mediante la realizzazione di chiodatura in parete, da eseguire perpendicolarmente al verso di immersione della frattura, con successiva posa in opera di rete in acciaio a maglia stretta in modo da evitare disgangi anche di piccoli blocchi calcarei.

Area 5 - Strada comunale nel centro abitato (lato sud)

Lungo la strada comunale che attraversa il centro storico e si collega verso sud alla località Spartuso, in adiacenza ad un impluvio naturale, ed in una zona densamente abitata, nello stesso periodo in cui si sono verificati i dissesti prima citati, si è verificato un ulteriore fenomeno franoso che ha interessato la sede stradale con conseguente vistoso abbassamento del manto bituminoso.

La circostanza che tale fenomeno si sia verificato in corrispondenza anche di una curva stradale ha notevolmente peggiorato la circolazione con il verificarsi anche di incidenti stradali (vedi foto n° 13 e 14).

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018



Foto n° 13 e 14 – Tratto della strada comunale località del centro storico di Bonifati lato sud.

Geotecnica: dal rilievo geologico eseguito e visto i risultati delle prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W. si consigliano i seguenti parametri geotecnici dei terreni di sedime,

Gamma = 1,80 t/mc;

Coesione = 0 Kg/cmq;

Angolo d'attrito = 26°

Interventi consigliati

Al fine di mitigare la fenomenologia dissestata in atto si consiglia la realizzazione di una gabbionata di sottoscampa della lunghezza di circa 15 metri ed altezza di m 2 ed il ripristino della sede stradale mediante livellatura e riempimento con conglomerato bituminoso del tratto interessato dal fenomeno gravitativo.

Area 6 – Ingresso cimitero centro storico Bonifati

Nelle immediate vicinanze dell'ingresso del cimitero comunale, in adiacenza ad un impluvio naturale, si sono verificati i dissesti con l'innescarsi di un fenomeno

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N.T.C. 2018

franso che ha interessato la sede stradale con conseguente vistoso abbassamento del manto bituminoso (vedi foto n° 15).



Foto n°15 – Tratto antistante l'ingresso del cimitero del centro storico di Bonifati.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

Geotecnica: dal rilievo geologico eseguito e visto i risultati delle prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W. si consigliano i seguenti parametri geotecnici dei terreni di sedime,

Gamma = 1,80 t/mc;

Coesione = 0 Kg/cmq;

Angolo d'attrito = 26°

Interventi consigliati

Al fine di mitigare la fenomenologia dissestata in atto si consiglia la realizzazione di una gabbionata di sottoscampa della lunghezza di circa 15 metri ed altezza di m 2 ed il ripristino della sede stradale mediante livellatura e riempimento con conglomerato bituminoso del tratto interessato dal fenomeno gravitativo.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T.C. 2018

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto analizzato ed esplicitato nel presente studio, si ritiene che sotto l'aspetto geomorfologico, le aree in oggetto si trovano in un equilibrio precario, mettendo a rischio le infrastrutture pubbliche principali (strade reti idriche e fognanti) presenti nelle immediate vicinanze e l'afflusso al pubblico del cimitero di Bonifati paese.

In particolare, è stata verificata la fattibilità geologico - tecnica degli interventi in progetto mediante la ricostruzione del modello geologico di progetto dell'area di sedime, basata sui risultati del rilievo di campagna, rilievo strutturale, prospezioni geofisiche sondaggi a carotaggio continuo e prove geotecniche in foro di tipo S.P.T..

Facendo riferimento a quanto contenuto nel Piano di Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (D.L.180/98) le aree di interesse progettuale non ricadono in zone con particolari condizioni di rischio connessi a processi geologici.

Nel presente studio sono presenti inoltre, i parametri geotecnici consigliati dallo scrivente, per un corretto dimensionamento delle opere di consolidamento.

Il modello geologico di progetto, definito in funzione del volume geotecnico significativo, ha permesso inoltre di definire le tipologie di opere meglio rispondenti alla criticità rilevate.

Si dovrà provvedere alla realizzazione di opere drenanti e di convogliamento delle acque da realizzare alla base, perimetralmente e a monte delle opere da realizzare. Questo al fine di garantire una corretta impermeabilizzazione del terreno e delle strutture anche provvedendo ad abbassare opportunamente la superficie piezometrica.

Se dovesse essere necessario l'esecuzione di tagli e scavi si dovrà porre particolare attenzione alla messa in sicurezza degli stessi nel più breve tempo possibile e se necessario stabilizzarli con opportune opere di contenimento provvisorie provviste di idonee bocchette di sfogo delle acque.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Committente: dell'ufficio del commissario straordinario delegato "per l'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Calabria previsti nell'Accordo di programma siglato il 25.11.2010".

AGGIORNAMENTO ALLE N. T. C. 2018

E' di estrema importanza, infine, richiedere l'assistenza del geologo durante le fasi di esecuzione delle opere, in modo da poter attuare la verifica di quanto emerso nel corso dell'impostazione e dell'elaborazione del presente studio.

Cosenza, Novembre 2017

Il Geologo
Dott. Giorgio Canonaco



PLANIMETRIA UBICAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE DI TIPO M.A.S.W.



Area 1 – Strada ingresso cimitero comunale Bonifati



Area 2 – Strada comunale Terrevecchia



Area 3 – Strada comunale abitato Bonifati (lato Nord)



Area 4 – Strada comunale località Rivello



Area 5 – Strada comunale abitato Bonifati (lato sud)



Area 6 – Ingresso cimitero centro storico Bonifati

Leggenda



Prospezione sismica di tipo M.A.S.W.



COMUNE DI BONIFATI

Provincia di Cosenza

PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE

Tavola n. 30 - Report indagini geognostiche e geofisiche

PROGETTAZIONE
Ufficio Tecnico Comunale
Ing. Rosalba Palermo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ufficio Tecnico Comunale
Arch. Cristina Talesa

Novembre 2017

IL GEOLOGO
Dott. Giorgio CANONACO

Riservato agli uffici



Comune Bonifati (CS)

Committente: UFFICIO DEL COMMISSARIO STRAORDINARIO DELEGATO

Comune: Bonifati (CS)

Località: Varie

Impresa esecutrice:



via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS)
[T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Tavola n°:

Titolo del progetto

Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati

CUP: J94H17000190005

INDAGINE GEOGNOSTICHE - CIG: Z291F9214F

Titolo dell'elaborato

Sondaggi a Carotaggio Continuo - M.A.S.W. (Analisi 1D)

RELAZIONE SULLE INDAGINI

Il Direttore Tecnico

PROSPEZIONI S.R.L.
Dot. Geol. Costantino Lucà
Il Direttore Tecnico
(Dot. Geol. Costantino Lucà)



Visto

Novembre 2017



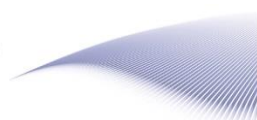
Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F	
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it	Pagina 1 di 6

Sommario

1. PREMESSA	2
2. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	2
3. INDAGINI SISMOSTRATIGRAFICHE	3
3.1. M.A.S.W.	3
3.1.1. <i>Calcolo del V_{s30}</i>	5

Appendice:

- *Planimetria con Ubicazione Indagini*
- *Stratigrafia Sondaggi*
- *M.A.S.W. (Analisi 1D)*
- *Documentazione fotografica*



Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F	
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	 <small>via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it</small>	Pagina 2 di 6

1. PREMESSA

La Prospezioni S.r.l., Società di Servizi Geofisici, Geologici e Geotecnici, con sede a Montalto Uffugo (CS) in Via A. Manzoni – Loc. Taverna, è stata incaricata dall' **Ufficio del Commissario Straordinario Delegato** (Decreto Commissariale n° 513 del 04.09.17) di eseguire una campagna di indagini geognostiche e geofisiche nell'ambito del progetto **“Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) – CUP: J94H17000190005 - INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F”**.

Nello specifico sono state realizzate le indagini di seguito elencate:

- n° 2 Sondaggi a Carotaggio Continuo;
- n° 3 M.A.S.W. (Analisi 1D).

L'ubicazione delle indagini, eseguita in modo speditivo, è riportata nella planimetria allegata. Tutte le indagini sono state documentate mediante foto.

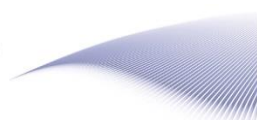
I file ed i dati di acquisizione delle indagini in sito sono a disposizione del Committente per la durata di anni uno, mentre i risultati su supporto cartaceo e/o informatico lo saranno per 5 (cinque).

2. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Per l'esecuzione dei Sondaggi, è stata impiegata una sonda *CMV MK900* gommata, a rotazione, completamente corredata per l'esecuzione di perforazioni a carotaggio continuo. Il prelievo dei campioni è stato effettuato interamente mediante carotieri del diametro di 101 mm. I campioni prelevati sono stati conservati in apposite cassette catalogatrici, su cui è stata indicata la sigla del sondaggio e le quote; ogni cassetta, inoltre, è stata fotografata ed ogni foto allegata.

I Sondaggi, S1 ed S2, sono stati spinti entrambi alla profondità di 15,00 metri da p.c.

Nel corso dei sondaggi, seguendo le prescrizioni dettate dalla DD.LL, sono state realizzate complessivamente n° 8 prove SPT in foro (n°4 per verticale). Di seguito sono sintetizzate le profondità di realizzazione.



Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Tabella 1. Tabulato prove SPT

Sondaggio S1			
SPT	N1	N2	N3
1,50 – 1,95 m	14	24	28
3,00 – 3,45 m	26	41	48
6,00 – 6,45 m	31	43	47
9,00 – 9,34 m	33	48	R
Sondaggio S2			
SPT	N1	N2	N3
1,80 – 2,25 m	8	11	13
3,00 – 3,45 m	15	18	24
6,00 – 6,45 m	18	25	31
9,00 – 9,37 m	34	47	R

Per i dettagli si rimanda alle stratigrafie allegate in appendice.

3. INDAGINI SISMOSTRATIGRAFICHE

Le indagini sismostratigrafiche sono state eseguite utilizzando la seguente attrezzatura:

- *sismografo Oyo Geospace DAS-1;*
- *energizzatore a massa battente;*
- *prolunghe e materiale d'uso;*
- *geofoni da 4,5 Hz;*

Esse sono consistite in tre M.A.S.W. (Analisi 1D).

3.1. M.A.S.W.

I principali parametri di acquisizione delle M.A.S.W. sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 2. Configurazione M.A.S.W.

M.A.S.W.	N° Geof.	Shot coord. (m)	Passo (m)	Coord. 1° geof. (m)	N° File	Record Length (ms)	Sample Rate (ms)
047 2017 M1	20	0,00	2,00	2,00	470	4000	1
047 2017 M2	20	0,00	2,00	4,00	473	4000	1
047 2017 M3	20	0,00	2,00	4,00	474	4000	1

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F	
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it	Pagina 4 di 6

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde di compressione, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

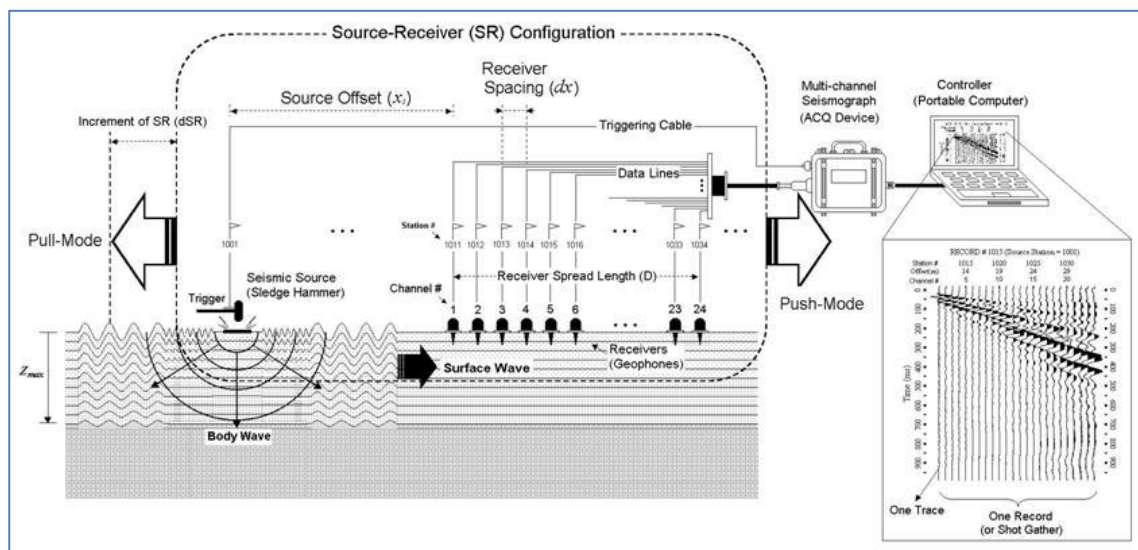


Figura 1. Schema di esecuzione e registrazione di una M.A.S.W.

La tecnica delle M.A.S.W. (Park et al., 1999) consiste nella registrazione simultanea di 24 o più canali (separati da 0,5 m a 10 m). Tale modalità di acquisizione fornisce una ridondanza

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F	
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it	Pagina 5 di 6

statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, "overtone analysis", produce un grafico *Velocità di fase-frequenza* in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

Ricapitolando, la procedura M.A.S.W. può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.

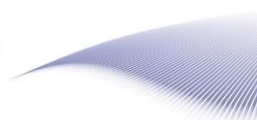
3.1.1. Calcolo del V_{S30}

Il D.M. 14.01.2008 ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica, che ci adegua allo standard europeo e mondiale. Oltre alle importanti novità relative alle metodologie di calcolo ingegneristico è stata introdotta la classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5 categorie principali (dalla A alla E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), sulla base del parametro V_{S30} .

Questo rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori. La proposta della nuova normativa conclude che il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{S30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{spt} o della c_u .

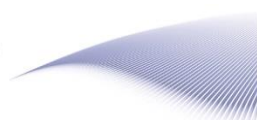


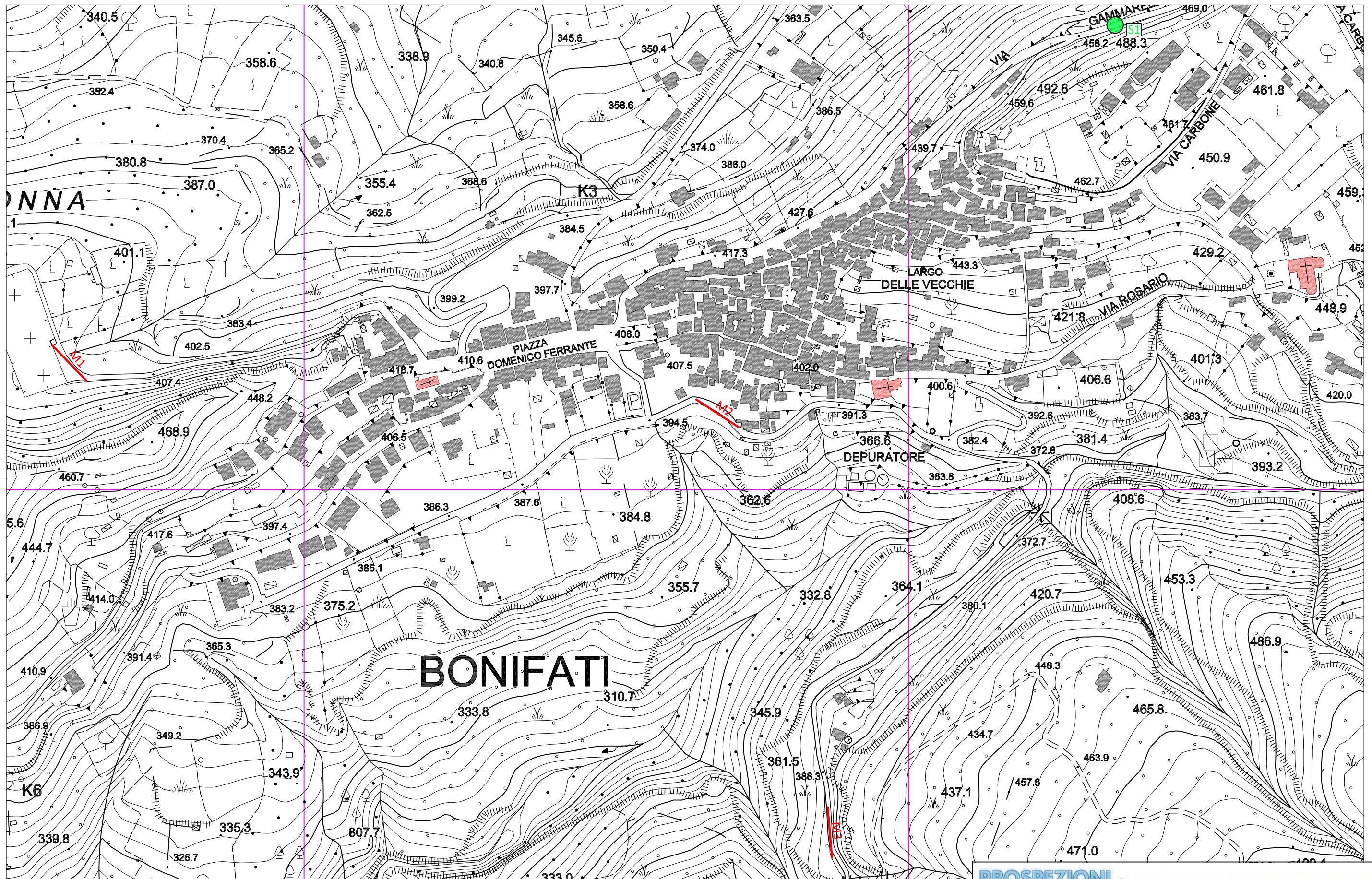
Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati (CS) CUP: J94H17000190005 INDAGINI GEOGNOSTICHE – CIG: Z291F9214F
Elaborazione dei Dati Relazione Sulle Indagini	 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it
	Pagina 6 di 6



Viene in sostanza enfatizzata l'importanza del parametro Vs che, com'è noto, è il parametro geofisico che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo.

I dati acquisiti hanno consentito di determinare un **Vs₃₀** rispettivamente di 346,3 m/sec (M1), 366,4 m/sec (M2) e 770,9 m/sec (M3). I calcoli sono stati eseguiti riferendo il piano di posa, di un eventuale fondazione, all'attuale piano campagna.

Montalto Uffugo, Novembre 2017





Legenda		Sondaggi a carotaggio continuo
		M.A.S.W. (Analisi 1D)

PROSPEZIONI srl
 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

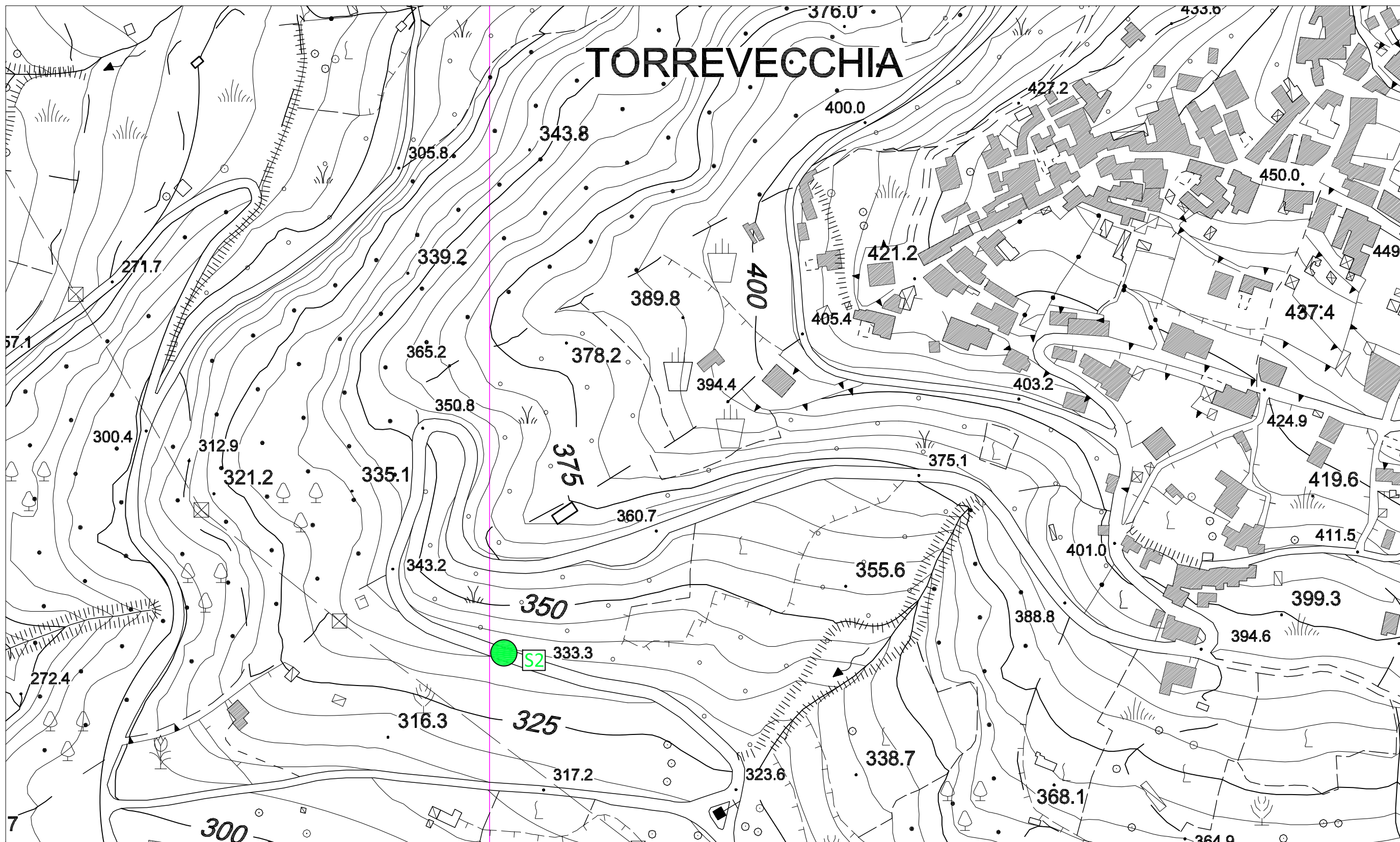
Descrizione: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati
 Indagini Geognostiche*



Committente: Ufficio del
 Commissario Straordinario Delegato

Comune: **Bonifati (CS)**
 Località: **Varie**

Tavola: **Ubicazione Indagini**

Scala: **1:3.000**



Legenda		Sondaggi a carotaggio continuo
		M.A.S.W. (Analisi 1D)

PROSPEZIONI srl
 via A. Manzoni, trav. Ada Negri □ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Descrizione: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati Indagini Geognostiche*

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Comune: Bonifati (CS) Località: Varie
--	--

Tavola: Ubicazione Indagini	Scala: 1:2.000
------------------------------------	-----------------------

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato

Località: _____

Comune: Bonifati

Data Inizio: 21.09.2017 Data Fine: 21.09.2017

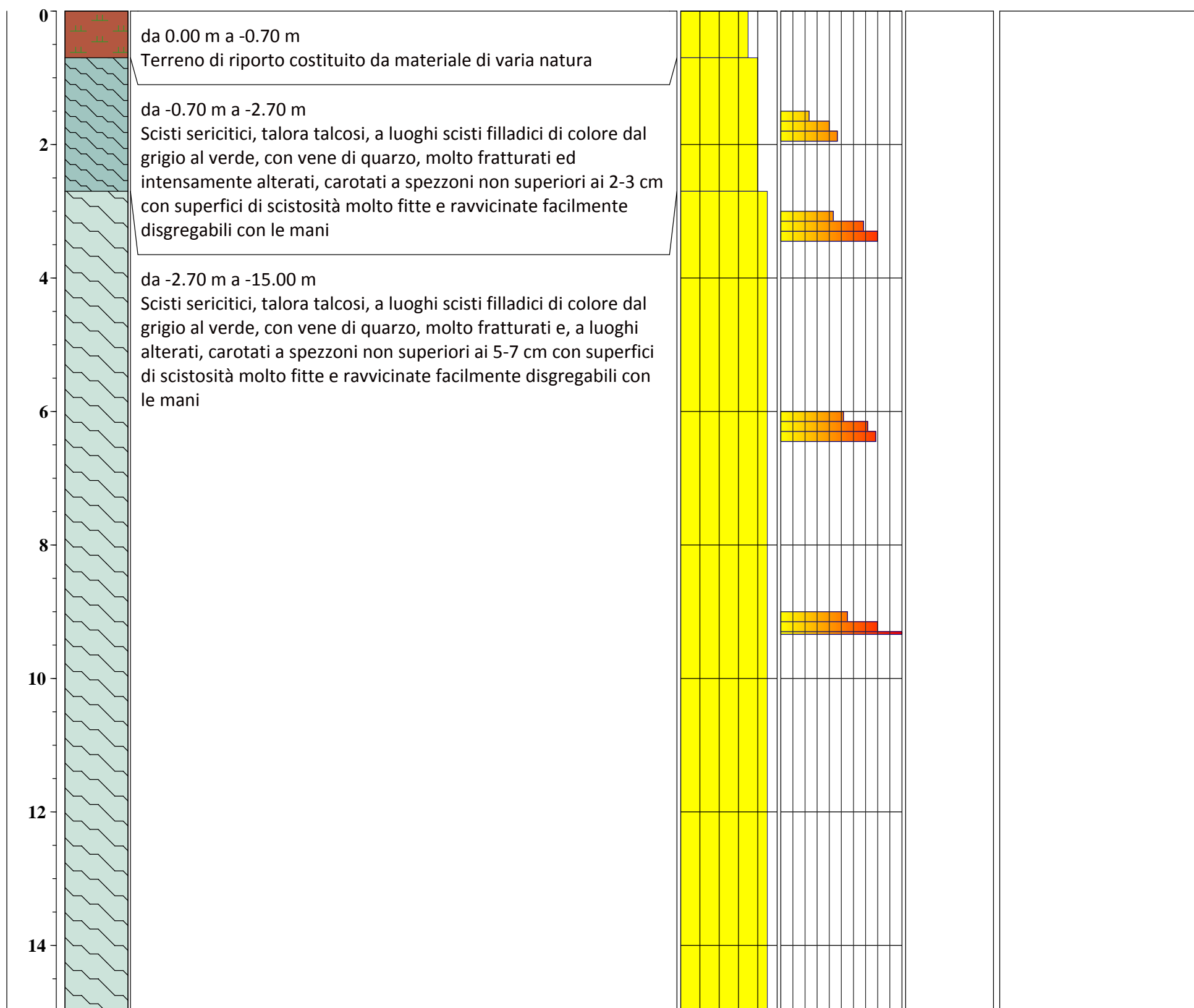
Latitudine: 39.587654°

Longitudine: 15.904565°

Il Geologo

A. Caparelli

Profondità (m)	Litologia	Descrizione	Carotaggio		SPT		Campioni	Schema Piezometro <i>Livello falda, m</i>
			0	100	0	60		



SPT 1 (1,50-1,95 m): 14-24-28
SPT 2 (3,00-3,45 m): 26-41-48
SPT 3 (6,00-6,45 m): 31-43-47
SPT 4 (9,00-9,34 m): 33-48-R

Cassette n° 3
Carotiere semplice: 0,00-0,50 m
Carotiere doppio: 0,50-14,50 m
Rivestimento: 8,00 m

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato

Località: _____

Comune: Bonifati

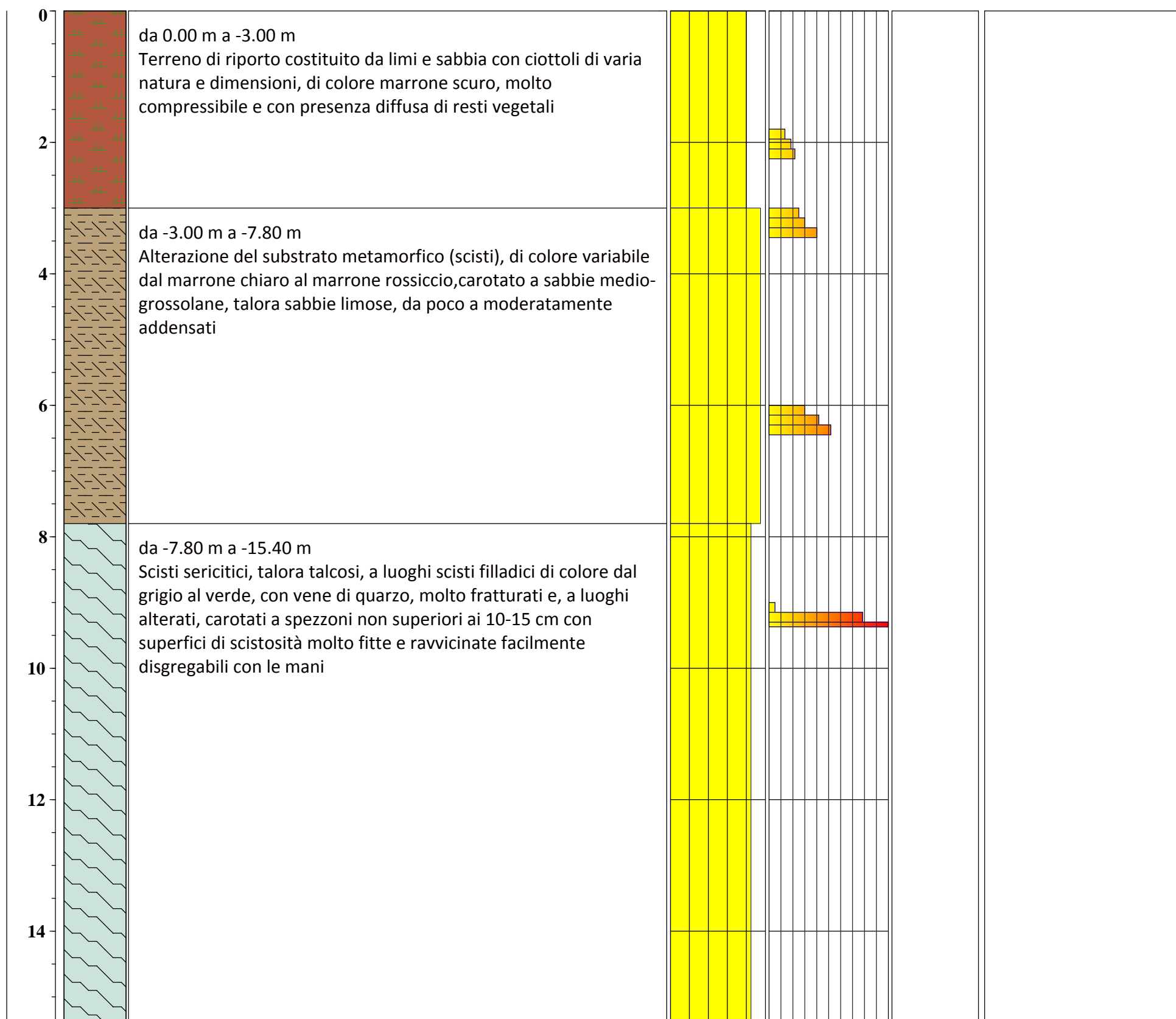
Data Inizio: 22.09.2017 Data Fine: 22.09.2017

Latitudine: 39.553921°

Longitudine: 15.890700°

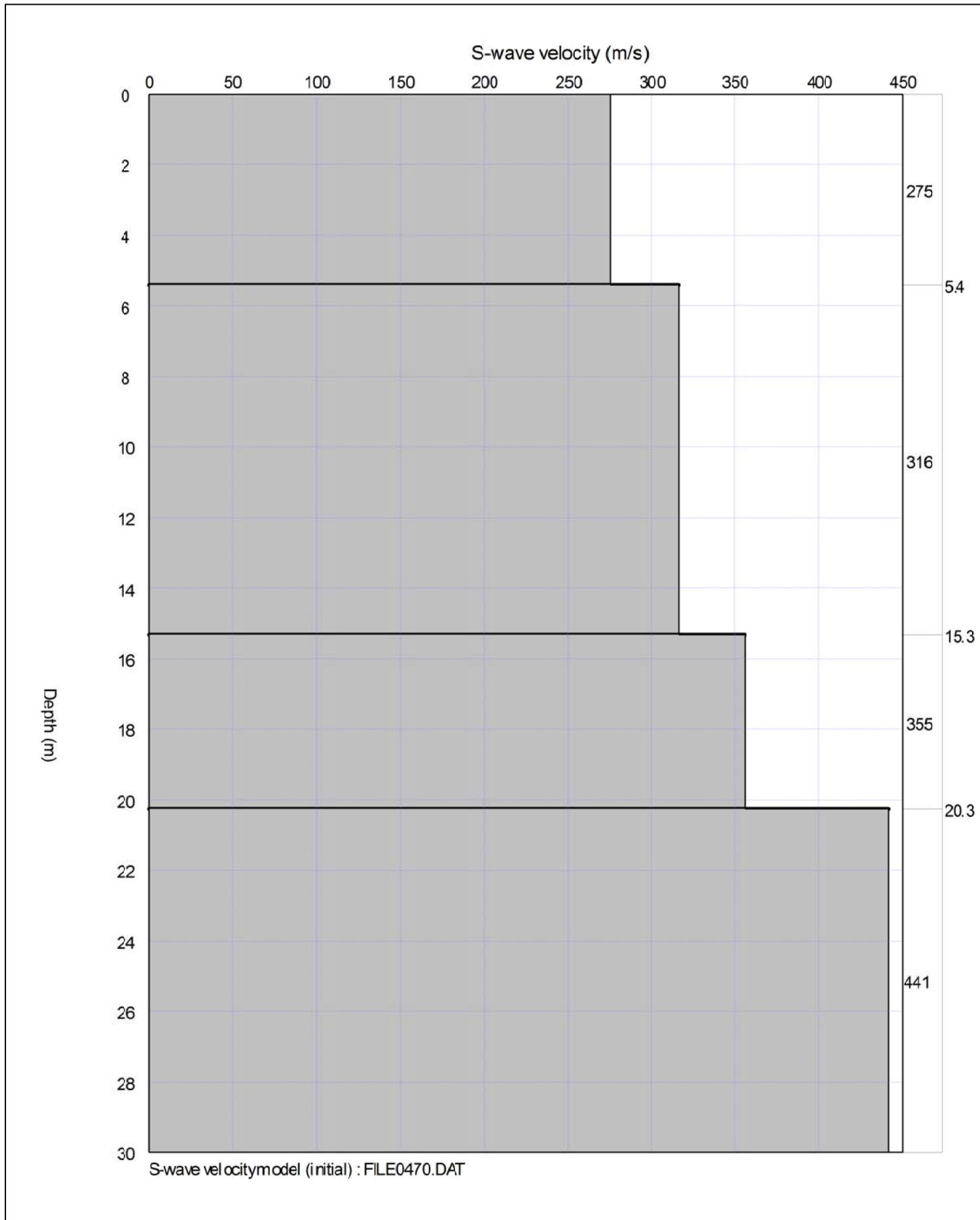
Il Geologo
A. Caparelli

Profondità (m)	Litologia	Descrizione	Carotaggio		SPT		Campioni	Schema Piezometro <i>Livello falda, m</i>
			0	100	0	60		

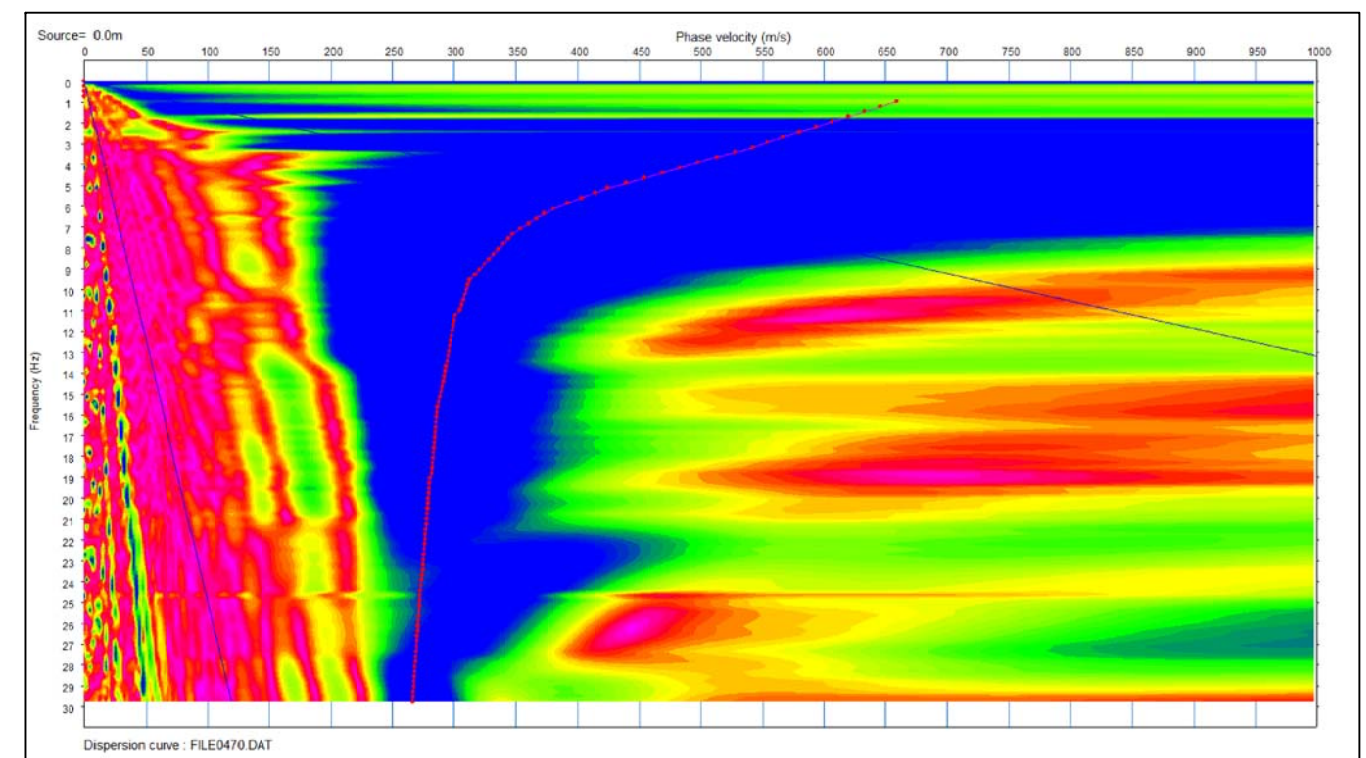
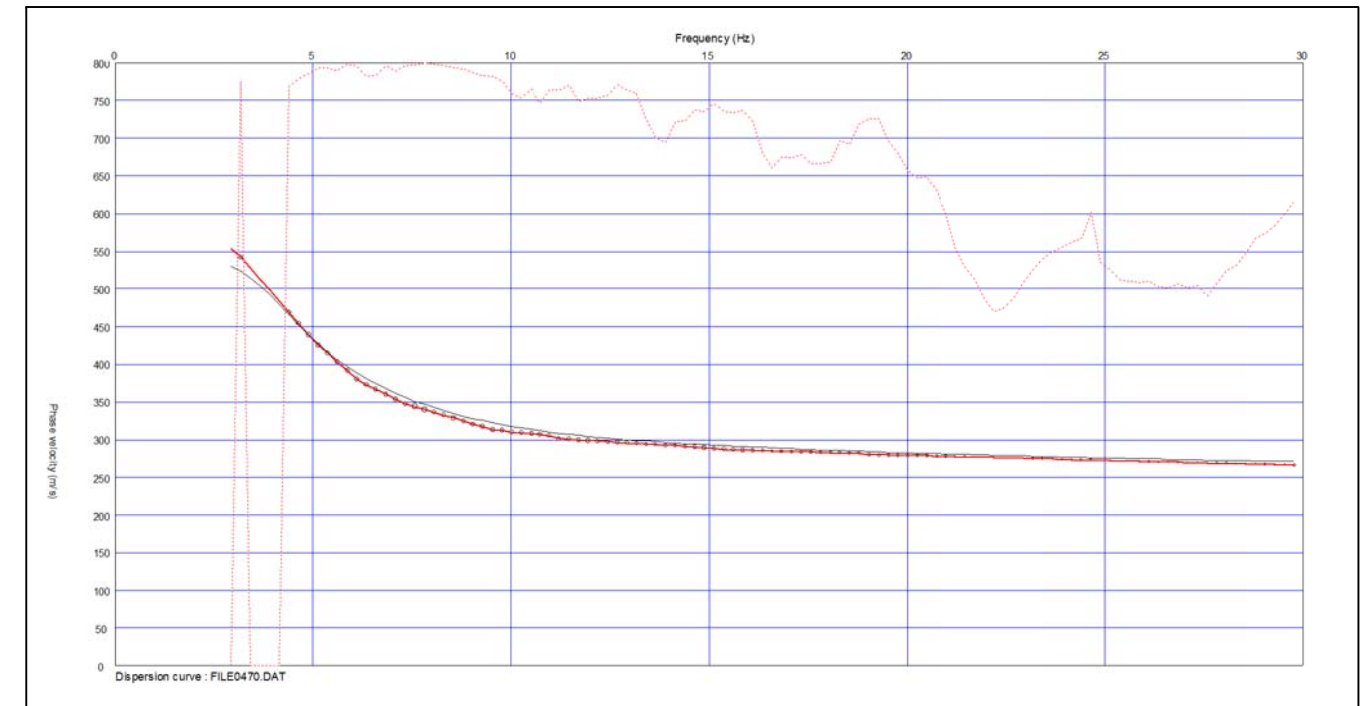


SPT 1 (1,80-2,25 m): 08-11-13
SPT 2 (3,00-3,45 m): 15-18-24
SPT 3 (6,00-6,45 m): 18-25-31
SPT 4 (9,00-9,37 m): 34-47-R

Cassette n° 3
Carotiere semplice: 0,00-8,00 m
Carotiere doppio: 8,00-15,00 m
Rivestimento: 15,00 m



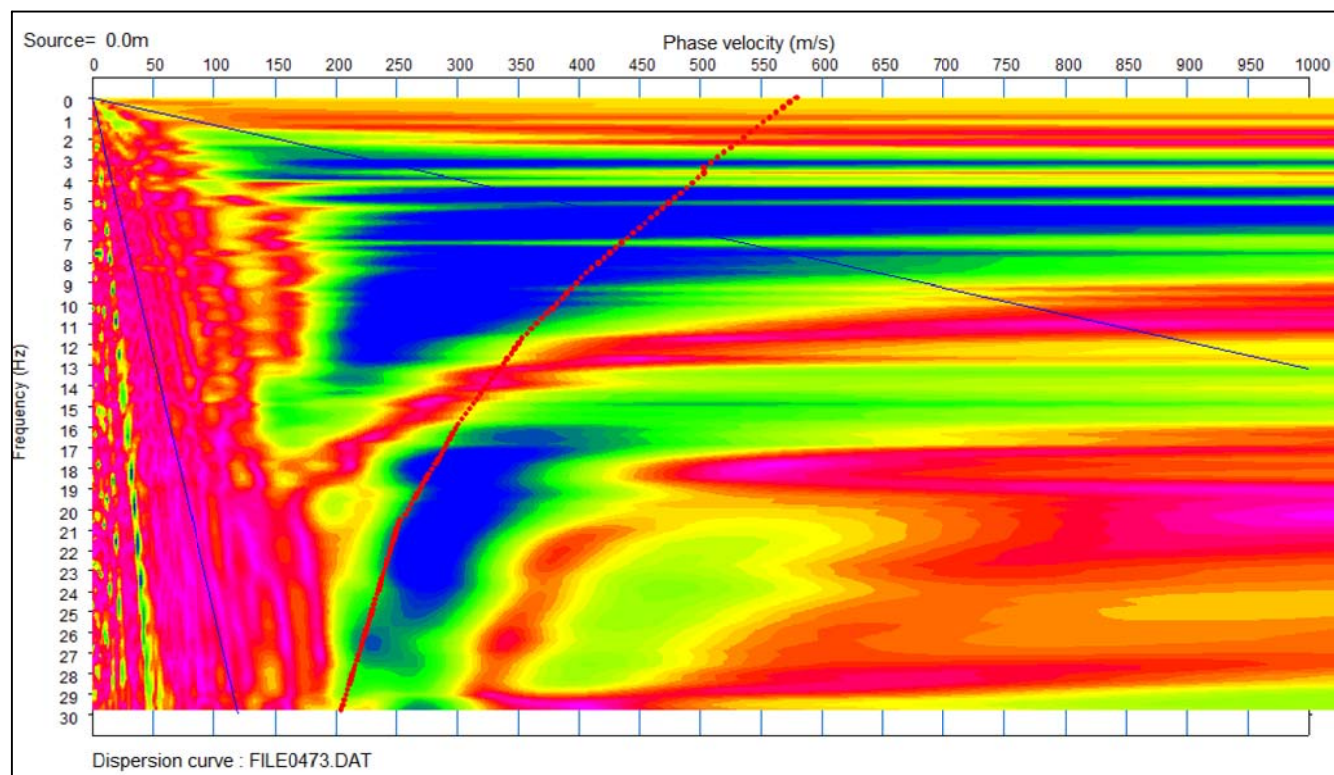
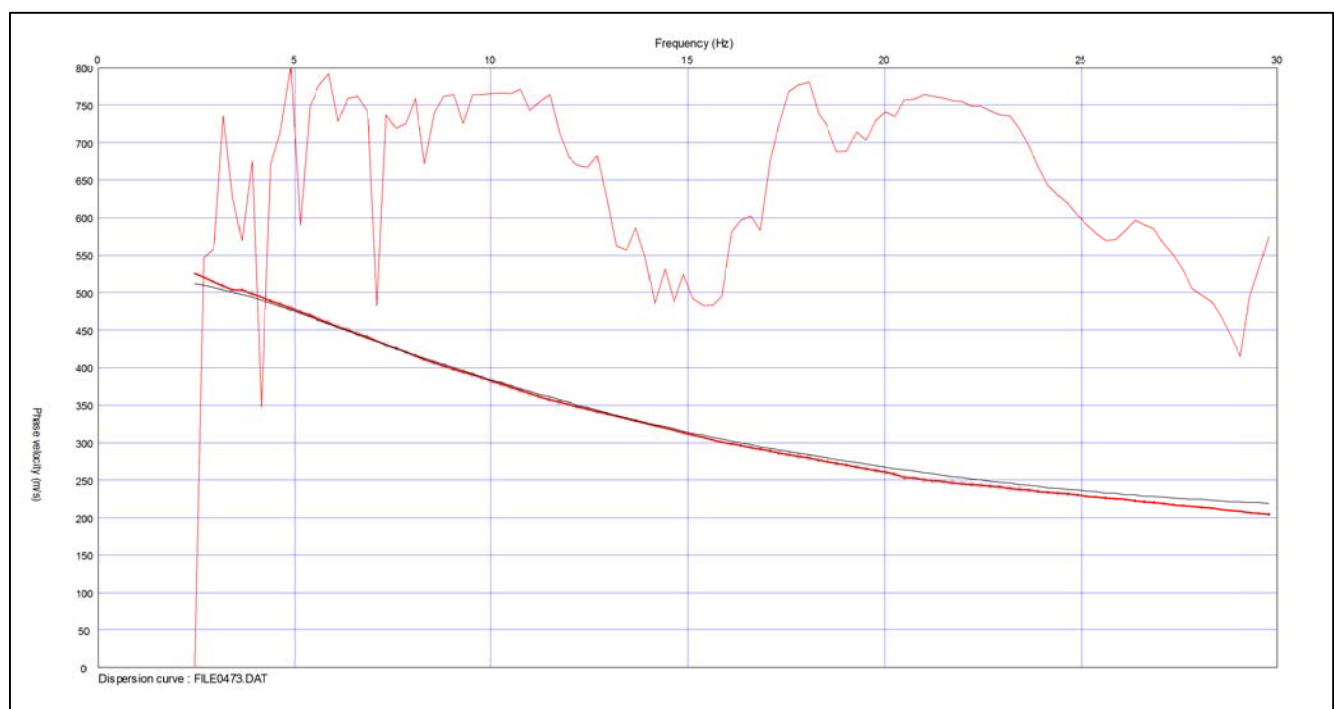
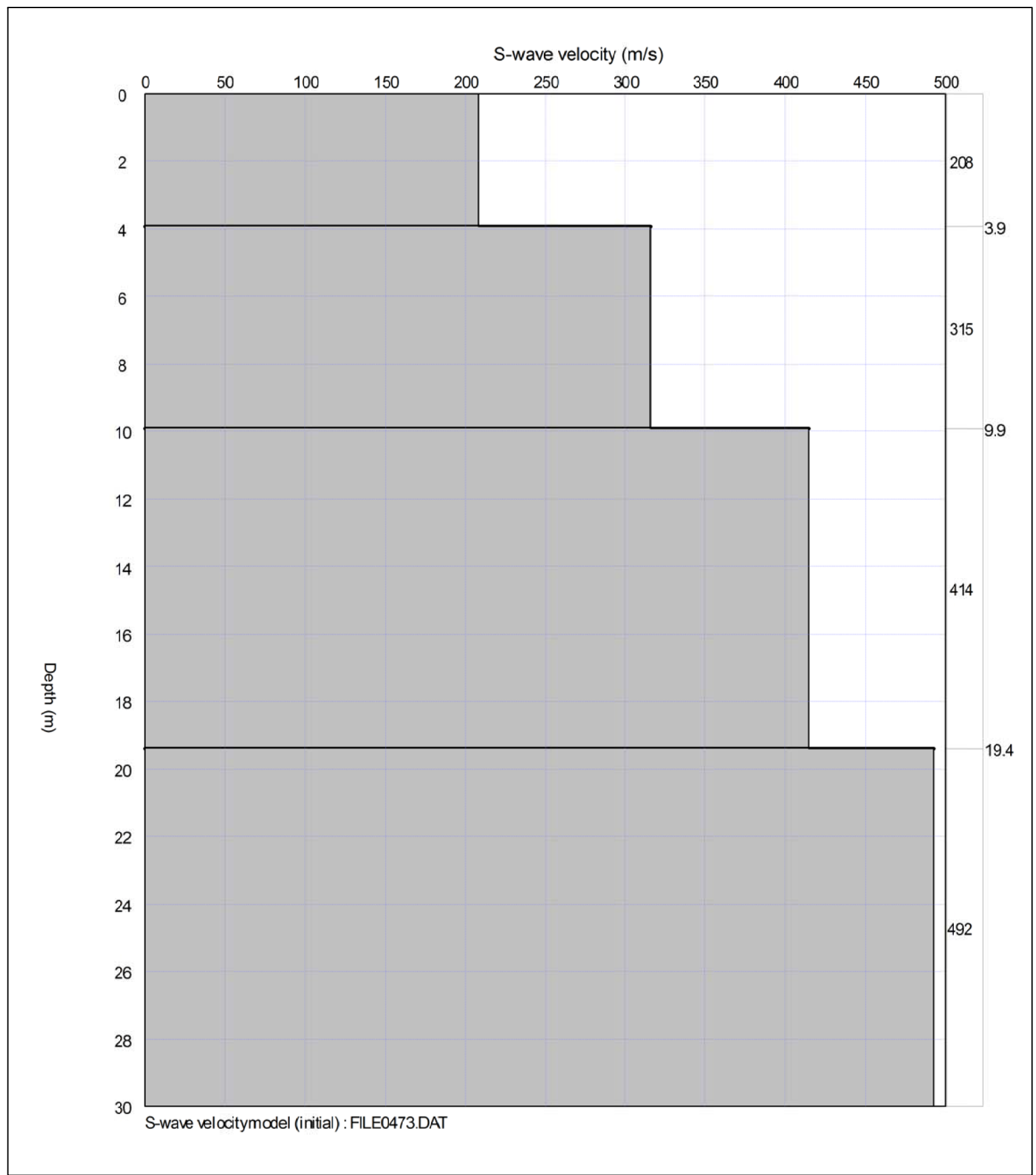
Vs 30m= 346,3 m/sec



PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Oggetto: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati
 Indagini Geognostiche*

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Comune: Bonifati (CS)
Tavola: 047 2017 M.A.S.W. M1	Località: Lat: 39.585183° Long: 15.894430°



Vs_{30m} = 366,4 m/sec

PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

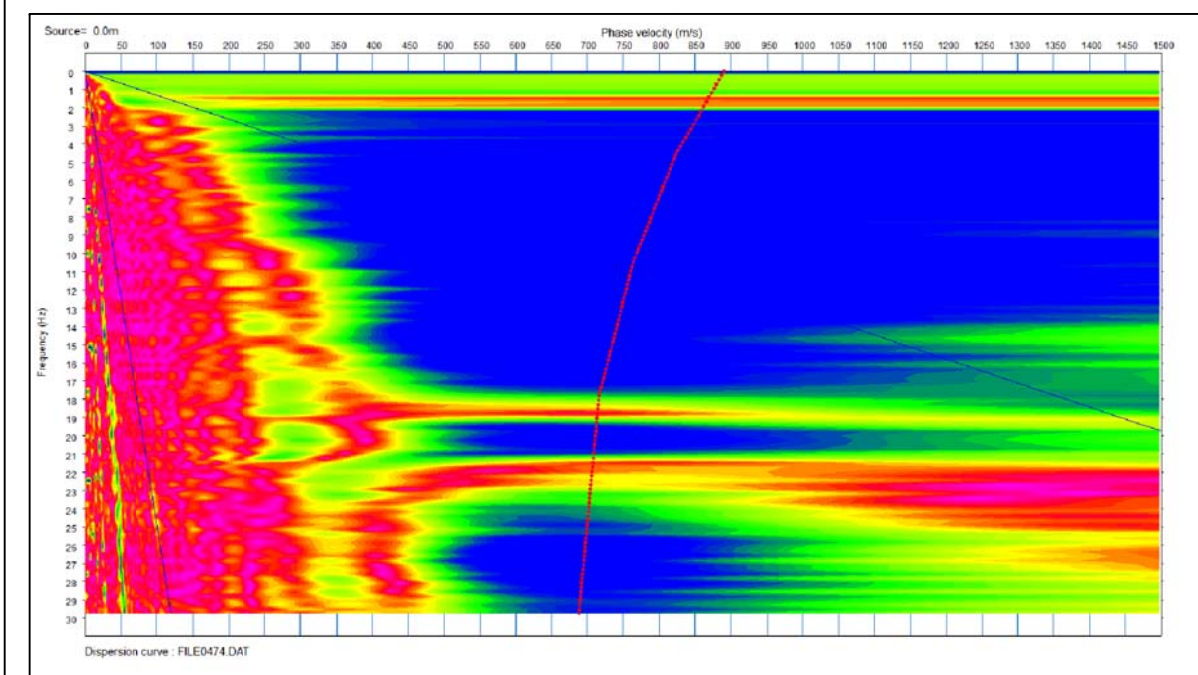
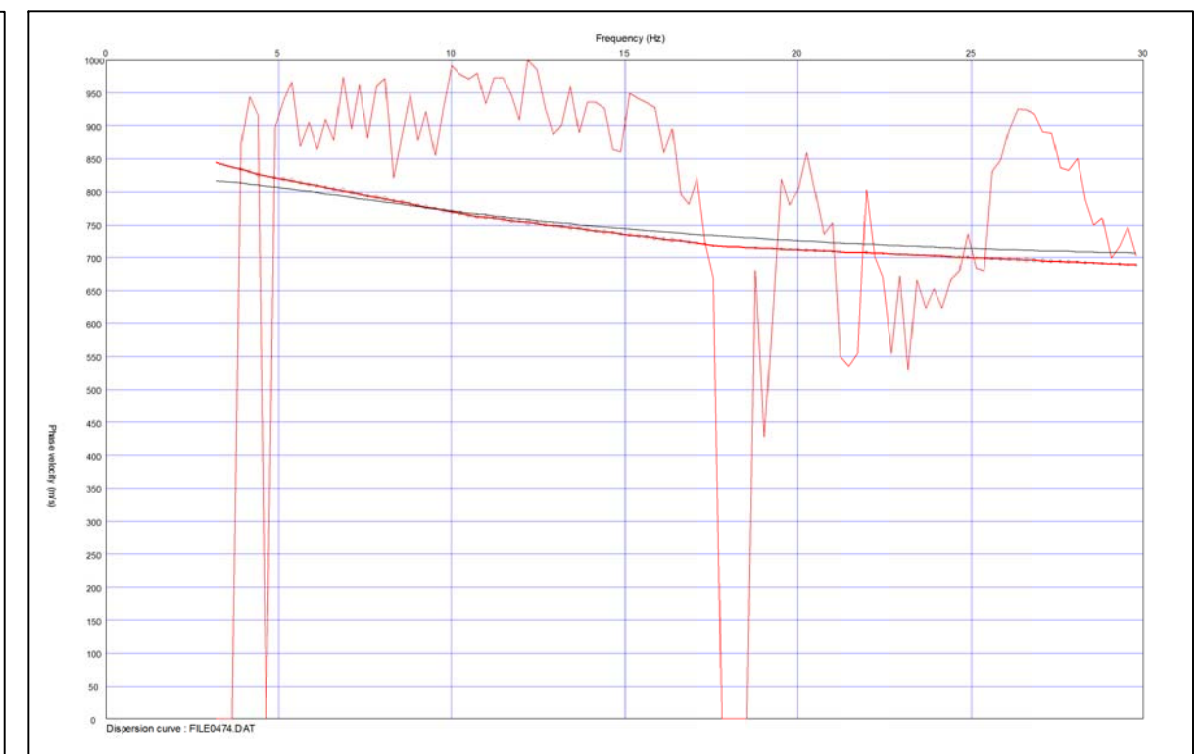
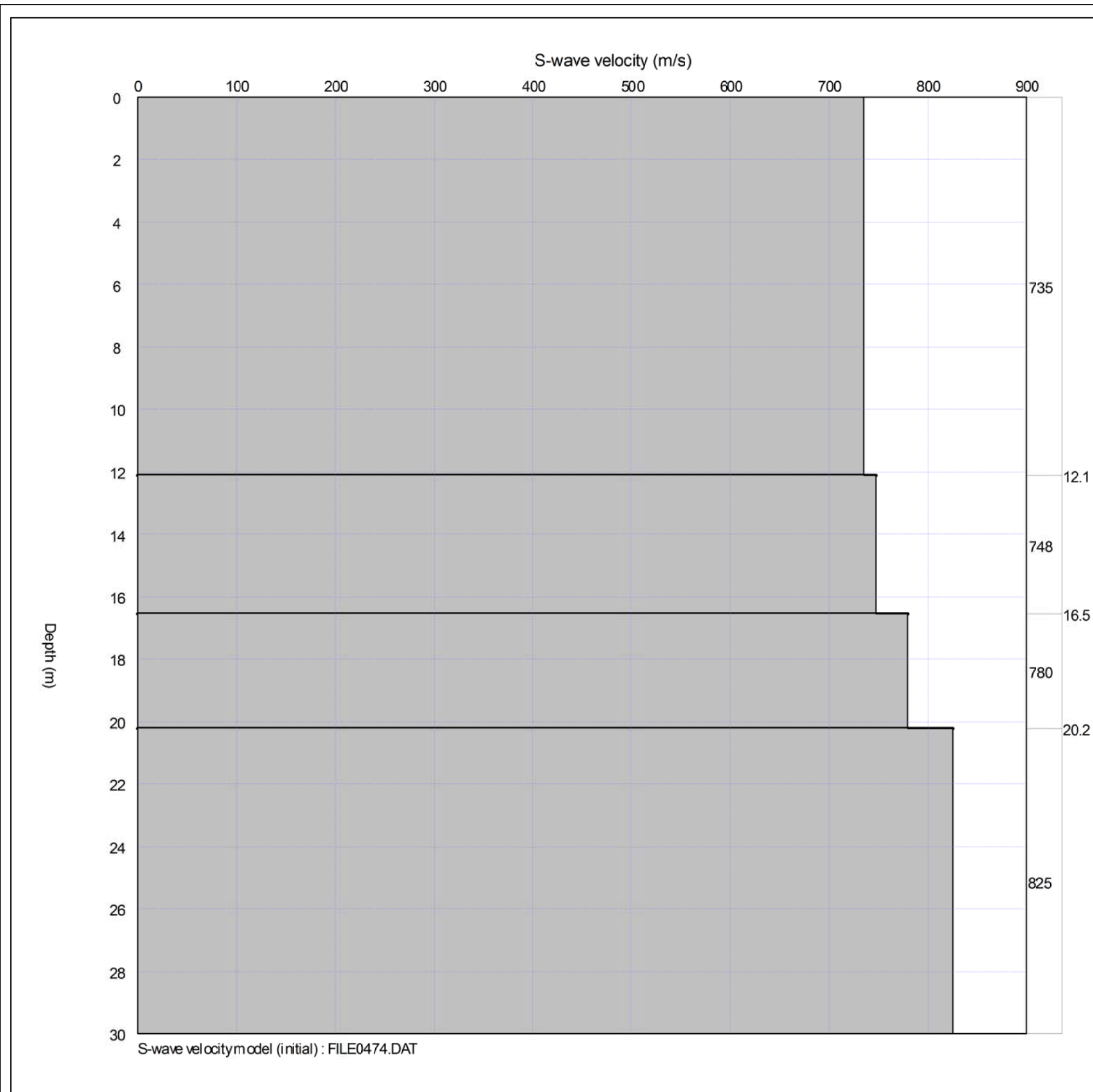
Oggetto: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati
 Indagini Geognostiche*

Committente: Ufficio del
 Commissario Straordinario Delegato

Comune: Bonifati (CS)

Tavola: 047 2017 M.A.S.W. M2

Località: Lat: 39.584811°
 Long: 15.900621°



Vs_{30m} = 770,9 m/sec

PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Oggetto: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati*
Indagini Geognostiche

Committente: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato

Comune: Bonifati (CS)

Località: Lat: 39.581540°
 Long: 15.901682°

Tavola: 047 2017 M.A.S.W. M3



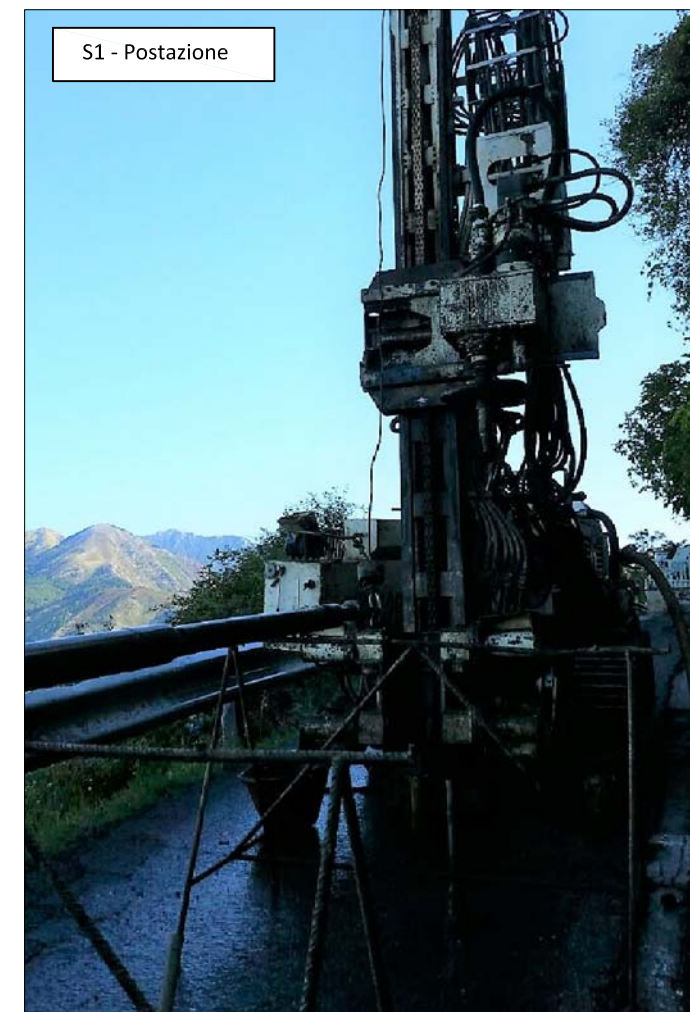
0,00 m - 5,00 m



5,00 m - 10,00 m



10,00 m - 15,00 m



S1 - Postazione

PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Descrizione: Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati
 Indagini Geognostiche

Committenti: Ufficio del
 Commissario Straordinario Delegato

Comune: Bonifati (CS)

Località:

Tavola: Doc. Fotografica S1

Scala:



PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS)
 [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it

Descrizione: *Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati
 Indagini Geognostiche*

Committenti: Ufficio del
 Commissario Straordinario Delegato

Comune: Bonifati (CS)

Località:

Tavola: Doc. Fotografica S2

Scala:



M.A.S.W. 1



M.A.S.W. 2



M.A.S.W. 3

PROSPEZIONI srl via A. Manzoni, trav. Ada Negri ☐ 87040 Montalto Uffugo (CS) [T/F] 0984939405 [PEC] prospezioni@pec.it	
Descrizione: <i>Intervento di messa in sicurezza del territorio nel Comune di Bonifati Indagini Geognostiche</i>	
Committenti: Ufficio del Commissario Straordinario Delegato	Comune: Bonifati (CS)
Tavola: Doc. Fotografica M.A.S.W.	Località: Varie
	Scala: