



Sismicità storica della Sicilia Nord – Orientale.....	39?
Pericolosità Sismica.....	43?
CARATTERISTICHE SISMICHE D.M. 17.01.2018	45?
Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	45?
Caratterizzazione sismica del sito	46?
DESCRIZIONE E FINALITÀ DEL METODO DI INDAGINE "HVSr"	47?
Strumentazione impiegata.....	49?
Interpretazione delle prove.....	50?
DESCRIZIONE E FINALITÀ DEL METODO DI INDAGINE	
"MASW".....	52?
Attrezzatura utilizzata e metodologia d'esecuzione.....	52?
Interpretazione della prova "MASW"	53?
Analisi dei risultati della prova "MASW", determinazione dei valori dei moduli elastici dinamici	54?
Categoria topografica	59?
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	61?
Modalità di esecuzione delle prove DPM.....	61?
Interpretazione delle prove DPM.....	62?
Caratterizzazione stratigrafica	75?
Caratterizzazione geomeccanica	76?
Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso	78?
SINTESI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	84?
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	85?

Sono allegati alla presente relazione i seguenti elaborati:

- | | |
|--|----------------|
| - Carta corografica | scala 1:25.000 |
| - Carta geologica | scala 1:10.000 |
| - Carta dei dissesti | scala 1:10.000 |
| - Carta della pericolosità e del Rischio | scala 1:10.000 |
| - Ubicazioni indagini | scala 1:500 |

Allegati esterni:

All. 1 - Indagini Geognostiche;

□□□□ □□□□

Con determina dirigenziale n° 365 del 20/12/2022 reg. gen. 565 del 30/12/2021 è stato affidato al sottoscritto il servizio relativo alla redazione dello studio geologico e delle indagini geognostiche per l'intervento di "*Riqualificazione urbana Piazza Catena ed aree limitrofe*" - CODICE CUP: F48C18000030001 - CODICE CIG: Z1C32B6CC1.

Tale studio, condotto in osservanza delle norme tecniche dettate dalla L. n. 64 del 2 Febbraio 1974, dal D. M. dei LL. PP. del 11 Marzo 1988, dalla Circolare del D. M. dei LL. PP. del 24 Settembre 1988, dalla "normativa antisismica" O.P.C.M. 3274 e s.m.i, dal D.M. 14.09.2005 e D.M. 14.01.2008 e D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018), è stato finalizzato all'analisi delle diverse caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche, idrogeologiche generali e geomeccaniche, del territorio comprendente il sito di cui al progetto.

A tal fine, previa consultazione della letteratura geologica, è stato eseguito un accurato rilevamento geologico, opportunamente esteso alle aree limitrofe, durante il quale è stata prestata particolare attenzione alle condizioni di stabilità morfologica del territorio in oggetto ed ai rapporti tettonico-stratigrafici tra le varie formazioni affioranti.

Consultazione della letteratura geologica;

Consultazione del Piano Stralcio di Bacino per Assetto Idrogeologico della "*Bacino idrografico del Torrente Timeto (012)*";

Rilievo di terreno, su supporto topografico in scala 1:10.000, con lo scopo di cartografare le litologie affioranti;

Analisi geomorfologica del territorio, eseguita attraverso il rilievo e l'esame delle foto aeree e delle immagini satellitari, al fine di individuare e delimitare i dissesti in atto o potenziali;

Studio delle caratteristiche idrografiche e idrogeologiche del territorio;

Esecuzione di una campagna indagini in sito al fine di caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i terreni interessati dal progetto, la detta campagna è stata attuata attraverso le seguenti tipologie di indagini:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie DPM;
- n° 3 Tomografie sismiche per individuare gli spessori dei litotipi attraversati,

in relazione alle velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) o delle onde di taglio (Onde S);

- n° 3 indagini geofisiche di tipo MASW (Multichannel Analysis Surface Waves, ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh) al fine di individuare spessori e geometrie dei litotipi, le caratteristiche sismostratigrafiche degli stessi e per classificare sismicamente il suolo dell'area oggetto di studio ai fini della normativa antisismica (NTC2018);

- n° 1 prospezione sismica di tipo HVSr "Nakamura" per acquisizione mediante geofono triassiale del rumore sismico naturale, definito microtremore, al fine di identificare il rapporto tra le frequenze della componente verticale (V) e quella orizzontale (H).

molto pronunciato è il controllo delle strutture neotettoniche sull'evoluzione morfodinamica del paesaggio. Quest'ultimo è anche dipendente sia dalla natura litologica dei corpi rocciosi affioranti che dalle condizioni climatiche locali, nell'area notevolmente variabili in dipendenza della disposizione orografica. Le litologie affioranti sono sede di fenomeni di instabilità più o meno limitati arealmente; l'instabilità geomorfologica di queste masse rocciose, come già detto è, connessa con il grado di fratturazione, sovente spinto, quale effetto delle strutture fragili neotettoniche.

Il territorio di Librizzi è caratterizzato da diffuse strutture neotettoniche, che controllano le forme del paesaggio ed i processi morfologici.

Le locali caratteristiche morfotettoniche sono rappresentate in prevalenza da varie tipologie di discontinuità dei crinali e da allineamenti di vette.

I lineamenti da foto aerea possiedono degli andamenti raggruppabili in tre picchi di frequenza compresi nelle direzioni NNE-SSO, NO-SE ed O-E. I lineamenti da foto aerea coincidono spesso con principali strutture neotettoniche, che possiedono degli andamenti raggruppabili in due picchi di frequenza compresi nelle direzioni NE-SO e NO-SE. Il confronto tra i lineamenti e le strutture affioranti indica che spesso essi coincidono con fasci di faglie recenti (plio-pleistoceniche), con tipologie dei rigetti trascorrenti e subordinatamente estensionali.

Le discontinuità neotettoniche sono quelle che più delle altre influiscono sullo stato di equilibrio delle masse rocciose.

In queste discontinuità si distinguono sistemi di faglie e un clivaggio di frattura spaziato ad esse associato. I sistemi di faglie possiedono sovente dei versi di movimento a marcata componente laterale, indicando nel complesso che le dislocazioni più recenti cui è stata soggetta l'area sono da ricondurre a meccanismi di trascorrenza (secondo la terminologia proposta da Wilcox et al., 1973; Sylvester, 1988; Swanson, 1988; 1989).

Così come per i lineamenti da foto aerea, questi sistemi si dispongono lungo orientazioni preferenziali, a conferma dell'esistenza di strutture di vario ordine, coniugate e compatibili con un sistema di taglio principale, così come teoricamente descritto da Riedel (1929).

Le strutture trascorrenti principali riconosciute in affioramento possiedono un decorso circa N-S/NNE-SSO e NO-SE; il primo possiede un verso prevalentemente sinistro del movimento mentre il secondo un verso prevalentemente destro.

Le strutture di ordine minore riconosciute, oltre ai predetti picchi di frequenza, assumono orientazioni lungo le direttrici O-E e NE-SO e versi di movimento statisticamente costanti all'interno di ciascun picco di frequenza, ad indicare la presenza di strutture di tipo *Riedel shears* sintetiche ed antitetiche (cfr. Logan et al., 1979 e Swanson, 1988-1989 per una completa terminologia delle strutture associate alle zone di taglio) che si sviluppano intorno alle principali faglie trascorrenti neotettoniche.

Strutture coniugate sono state riconosciute anche alla scala metrica lungo i versanti; esse suggeriscono così la presenza di svariati ordini di strutture neotettoniche, a conferma di un più generale principio di indipendenza dalla scala di osservazione delle strutture presenti all'interno di una zona di taglio semplice, in accordo con i modelli di Tchalenko (1970) e di Aydin & Nur (1982).

Le caratteristiche morfotettoniche dell'area spesso rappresentate da varie tipologie di discontinuità dei crinali, da allineamenti di vette e dal decorso rettilineo di talune incisioni costituenti il locale reticolato idrografico. In particolare, le discontinuità nel decorso dei rilievi (sia planimetriche che altimetriche) sono più accentuate lungo transetti orientati N-S.

Alle discontinuità delle creste dei rilievi si accompagnano anche adiacenti scarpate morfologiche, talora coincidenti con superfici di singole faglie o con fasci; queste scarpate, ad elevata inclinazione, limitano e controllano lo sviluppo della locale rete idrografica e le geometrie dei versanti delle valli e delle incisioni di ordine minore.

Gli elementi morfologici che caratterizzano maggiormente l'area sono quelli legati sia alla dinamica delle acque di scorrimento superficiale che alle elevate pendenze dei versanti, soprattutto nelle zone di testata, dove è maggiore l'influenza della componente acclività.

L'evoluzione morfodinamica immatura del settore analizzato viene testimoniata anche dalle caratteristiche del reticolato idrografico; questo è costituito da un sistema di fossi di ruscellamento concentrato e di alvei torrentizi in erosione.

Il reticolato idrografico è tipico delle zone di testata dei bacini, con alvei incassati ed in erosione; i pendii che insistono in questi tratti, coincidono con delle aree di potenziale instabilità, dove più frequentemente si localizzano corpi franosi più o meno quiescenti. I versanti che insistono su questi tratti in erosione coincidono con aree di potenziale instabilità per effetto dello scalzamento al piede delle masse rocciose fratturate.

I dissesti riconoscibili nell'area sono anche l'effetto dell'intenso sollevamento che ha subito questo settore di catena siciliana a partire dal Pliocene medio-superiore.

I processi legati all'azione delle acque correnti superficiali si esplicano mediamente con l'azione delle acque incanalate e del ruscellamento diffuso; i valori del rischio erosivo (Ferro *et al.*, 1991), desumibili dall'andamento delle isoerodenti risultano moderati rispetto alla media che caratterizza la Sicilia orientale.

Alcuni elementi morfoevolutivi indicano che si assiste ad un ringiovanimento della rete idrografica. Gli indizi sono per lo più rappresentati dall'andamento sub-parallelo delle aste di drenaggio minori e dagli accumuli detritici lungo i versanti.

L'evoluzione morfodinamica immatura del settore analizzato viene testimoniata anche dalle caratteristiche del reticolato idrografico: questo è costituito da un sistema di fossi di ruscellamento concentrato e di alvei torrentizi in erosione, con profilo trasversale a V, presenti nelle zone di testa dei versanti.

Gli elementi morfologici che caratterizzano maggiormente l'area sono quelli legati sia alla dinamica delle acque di scorrimento superficiale che alle elevate pendenze del bacino, soprattutto nelle zone più elevate. Infatti, nelle aree di testata (dove è maggiore l'influenza della componente acclività) gli impluvi presentano diffuse zone di ruscellamento concentrato che rapidamente evolvono verso alvei incassati ed in erosione.

Le forme legate ai processi fluviali sono dovute soprattutto a fenomeni d'erosione. In particolare, i processi di erosione di fondo hanno determinato l'approfondimento di alcuni piccoli alvei, mentre quelli legati ad erosione laterale hanno comportato l'esistenza di ripe di erosione, vallecule a conca e a fondo più piatto.

Le acque di scorrimento superficiale possiedono un reticolo di drenaggio sufficientemente evoluto, innescando così processi di ruscellamento diffuso; l'azione meccanica di queste acque, unitamente all'anisotropia del grado di permeabilità delle coltri detritiche più superficiali, contribuisce al progressivo scadimento di questi volumi rocciosi.

Laddove l'andamento morfologico consente il ristagno delle acque di infiltrazione, si manifesta uno scadimento delle caratteristiche portanti dei volumi rocciosi in seguito ad imbibizione e conseguente saturazione.

Il potenziale di instabilità gravitativa di alcuni settori viene espresso da rischio di rimobilizzazione di accumuli detritici e franosi; questi costituiscono a luoghi delle spesse coltri che raccordano morfologicamente i tratti più aspri e topograficamente più elevati con i settori di fondovalle.

Sono state riconosciute anche alcune riattivazioni delle porzioni più pellicolari dei principali accumuli, resi evidenti dalla presenza di piccole contropendenze e/o di superfici ad esse riconducibili e dallo sviluppo complessivamente irregolare di alcuni tratti di versante. I corpi franosi principali appaiono conseguenti alla formazione di meccanismi di scorrimento rotazionale attraverso superfici a grande raggio di curvatura.

L'estensione maggiore dei corpi franosi si localizza nelle aree di fondovalle, dove la presenza in affioramento delle successioni argillitiche delle A. V. Antisicilidi favorisce la formazione di colamenti e/o scorrimenti rotazionali.

Dall'esame delle carte tematiche del PAI "Carte dei Dissesti" e le "Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico" allegate al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) "**BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE TIMETO (012)**"; emerge che il sito in studio e le aree limitrofe ricadono parzialmente in aree a pericolosità e rischio idrogeologico; difatti Piazza Catena e i quartieri Forgia Superiore, Forgia Inferiore e Petrolo, è presente un'unica frana complessa attiva, identificata con la sigla 012-5LI-033; tale l'area risulta a pericolosità elevata (P3) ed i quartieri del centro abitato (E4) di Librizzi ed i tratti della S.P. n° 126 (considerata come via di fuga-E3) sono a rischio molto elevato (R4), mentre risultano a rischio elevato (R3) i tratti delle strade comunali (E2), ed a rischio medio (R2) le case sparse (E1).



SCHEMA GEOLOGICO DEI MONTI PELORITANI

Legenda:

- Successioni pleistoceniche e depositi alluviali
- Vulcaniti dell'Etna e del Moio (Pleistocene)
- Depositi prevalentemente terrigeni del Miocene sup.-Pliocene sup.
- "Calcarei di Floresta" (Langhiano)
- Argille Varicolori "Unità Antiscissidi" (Cotriccio-Negroponte inf.)
- UNITÀ PELORITANE:**
 - Fin. Sili-Capo d'Orlando (Oligocene-Miocene inf.), a) olistoliti di Rocca Novara
 - Unità Aspromonte (Paleozoico)
 - Unità Mela (Paleozoico)
 - Unità Mandanici (Paleozoico)
- Unità di Ali (Carbonifero - Mesozoico) e "Incioli" sedimentari (Mesozoico)
- Unità Fondacelli (Paleozoico)
- o copertura meso-cenozoica s) basamento paleozoico
- UNITÀ SICILIDI**
 - Unità Monte Soro e Troina (Giurassico sup.-Miocene inf.)
- UNITÀ MACHREBIDE ESTERNE:**
 - Flysch Numidico delle Unità Imneresi (Oligocene sup.- Miocene inf.)

Altre informazioni:

- sovraccorrimenti principali
- Capo Milazzo, Spadafora, Milazzo, Messina, Capo Poloro, Capo Rosicorno, Capo Tindari, Patti, Capo d'Orlando, Pinino, S. Angelo, Niso, Minto, Tortorici, Alcarà li Fusi, Longi, M. Soro, M. Solazzo, Rocca Novara, M. Trofinato, Roccella Valdi, M. Grande, M. Imma, Taormina, Gaggi, M. Etna, Acquadolci, Capo Calava'
- 0 10km

Unità di Longi-Taormina: affiora nei settori frontali dell'elemento peloritano secondo un andamento NW-SE 
costituita da un basamento epimetamorfico ricoperto da una successione sedimentaria meso-cenozoica, che mostra marcate differenze di facies correlabili con differenti storie tettono- 

IX Pleistocene-Attuale

VIII Plio-Pleistocene

VII Miocene sup.-Pliocene inf.

VI dal Miocene sup.

V Miocene med.-sup.

IV Miocene medio (dal Langhiano-Serravalliano)

III Miocene inf.-med. (Burdigaliano sup. - Langhiano)

II Miocene inf. (Burdigaliano)

I Oligocene sup. - Miocene inf. (Aquitano)

UNITA' PELoritane

- Unità Anticlididi
- Fm. Stilo-Capo d'Orlando (Oligocene sup.-Burdigaliano inf.)
- Unità dell'Aspromonte
- Unità di Mandanici
- 'Truciolì' di coperture sedimentarie
- Unità di Fondachelli
- Unità di Longi Taormina

UNITA' SICILIDE

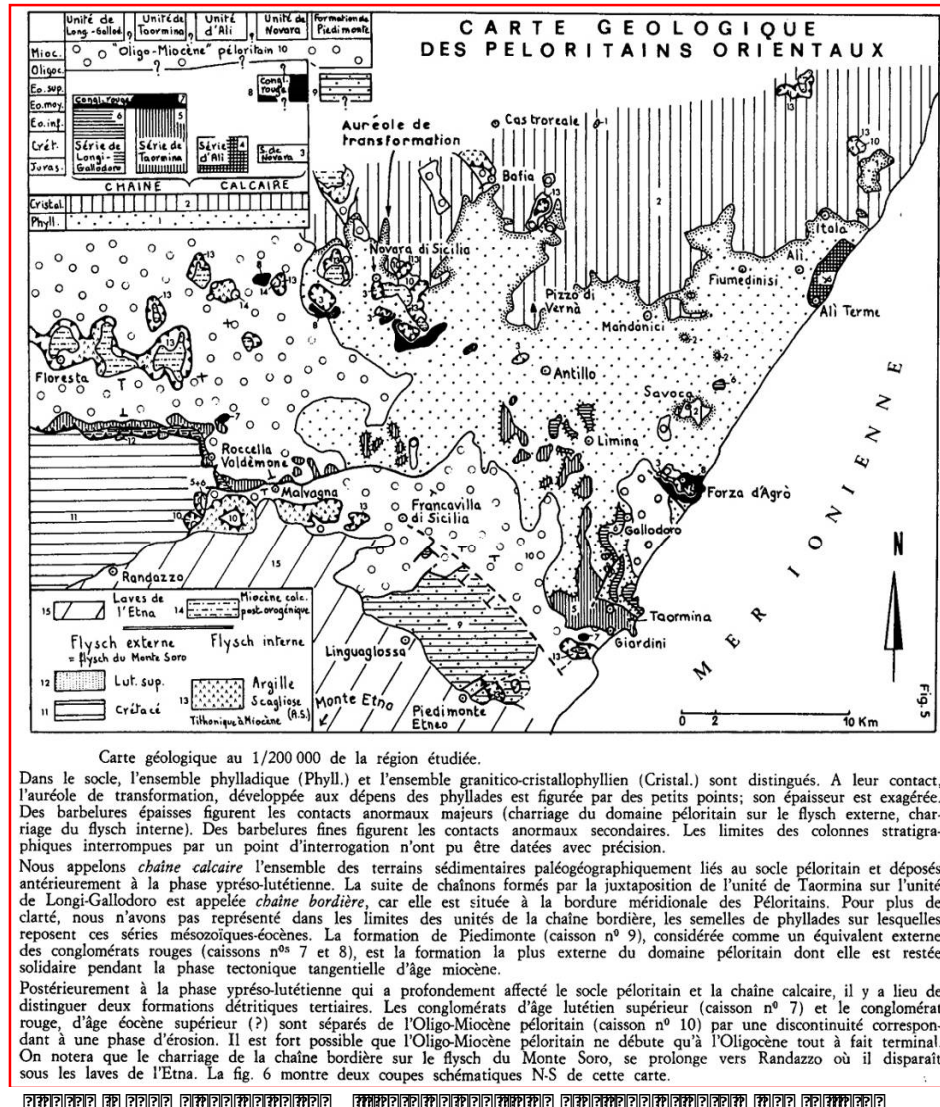
- Flysch di Reitano (Burdigaliano sup.-Serravalliano)
- Unità di C.da Lanzeri
- Unità di Poggio Pracino
- Unità di Mt. Soro
- Unità di Mt. Pomiere - Mt. Ambola
- Unità di Troina
- Unità di Nicosia

Mar Tirreno

Linea di Taormina

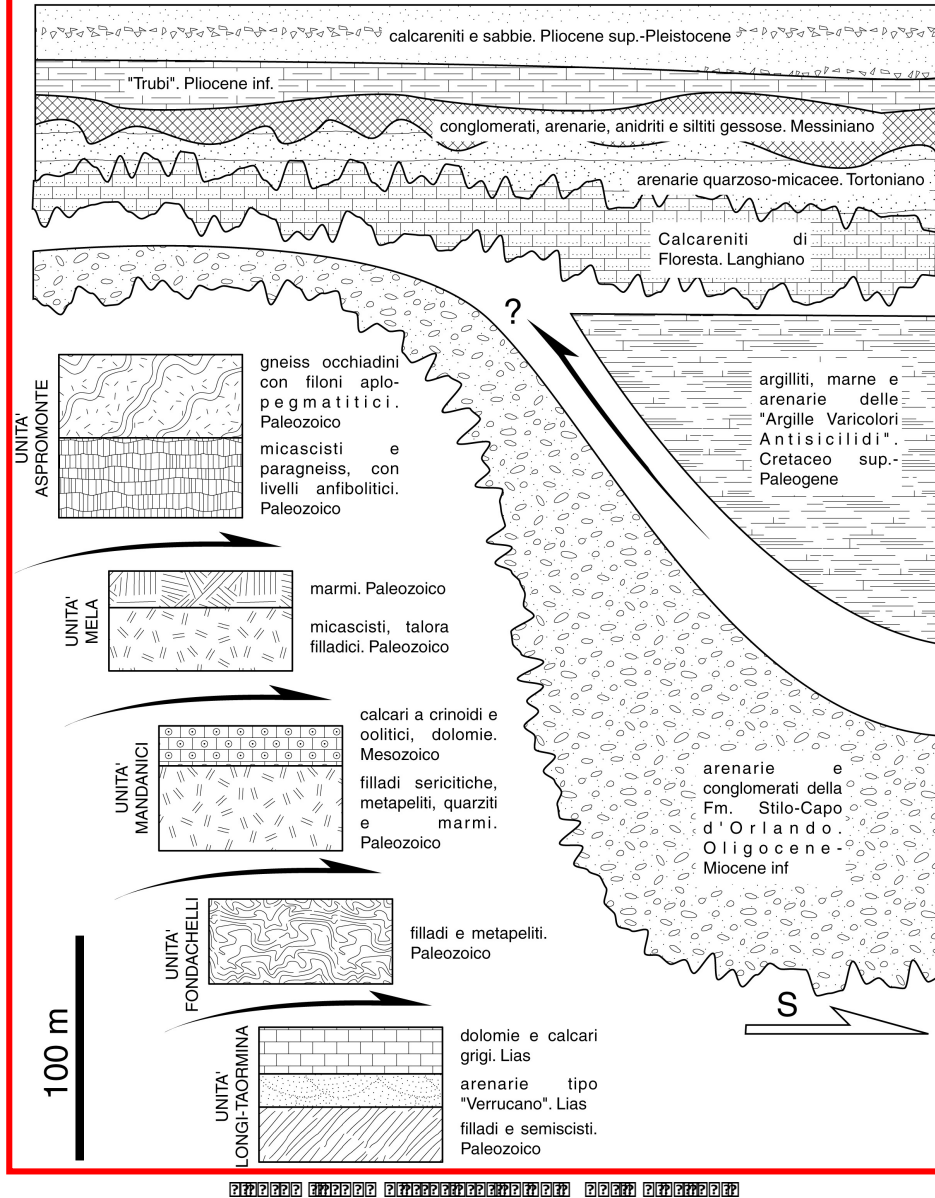
In discordanza su queste unità tettoniche affiora estesamente la Formazione Stilo-Capo d'Orlando, ridefinito come Formazione di Stilo-Capo d'Orlando, di età Oligocene sup. (?) - Miocene inf., costituita essenzialmente da torbiditi silico-clastiche, il cui significato paleo-tettonico è di controversa interpretazione. La sedimentazione di questa formazione si interrompe durante il Langhiano, a seguito del ricoprimento tettonico da parte di una coltre di argille variegiate (Unità Antisicilidi), di dubbia provenienza. In discordanza sulle Unità Antisicilidi e sui terreni sottostanti,

giace la formazione miocenica delle Calcareni di Floresta, costituita da arkosi a cemento carbonatico, ricche di briozoi.

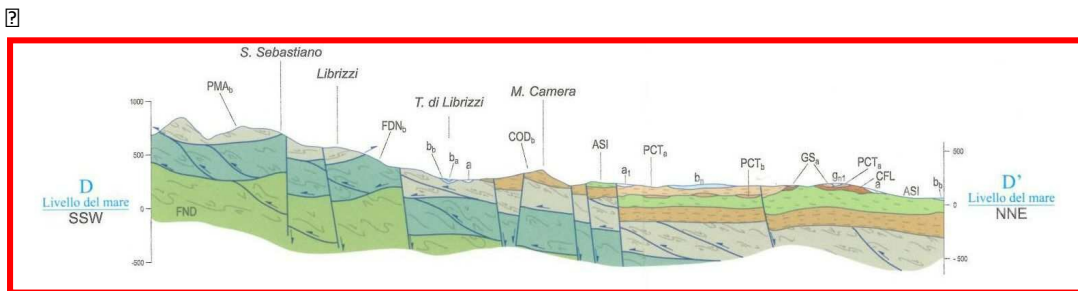
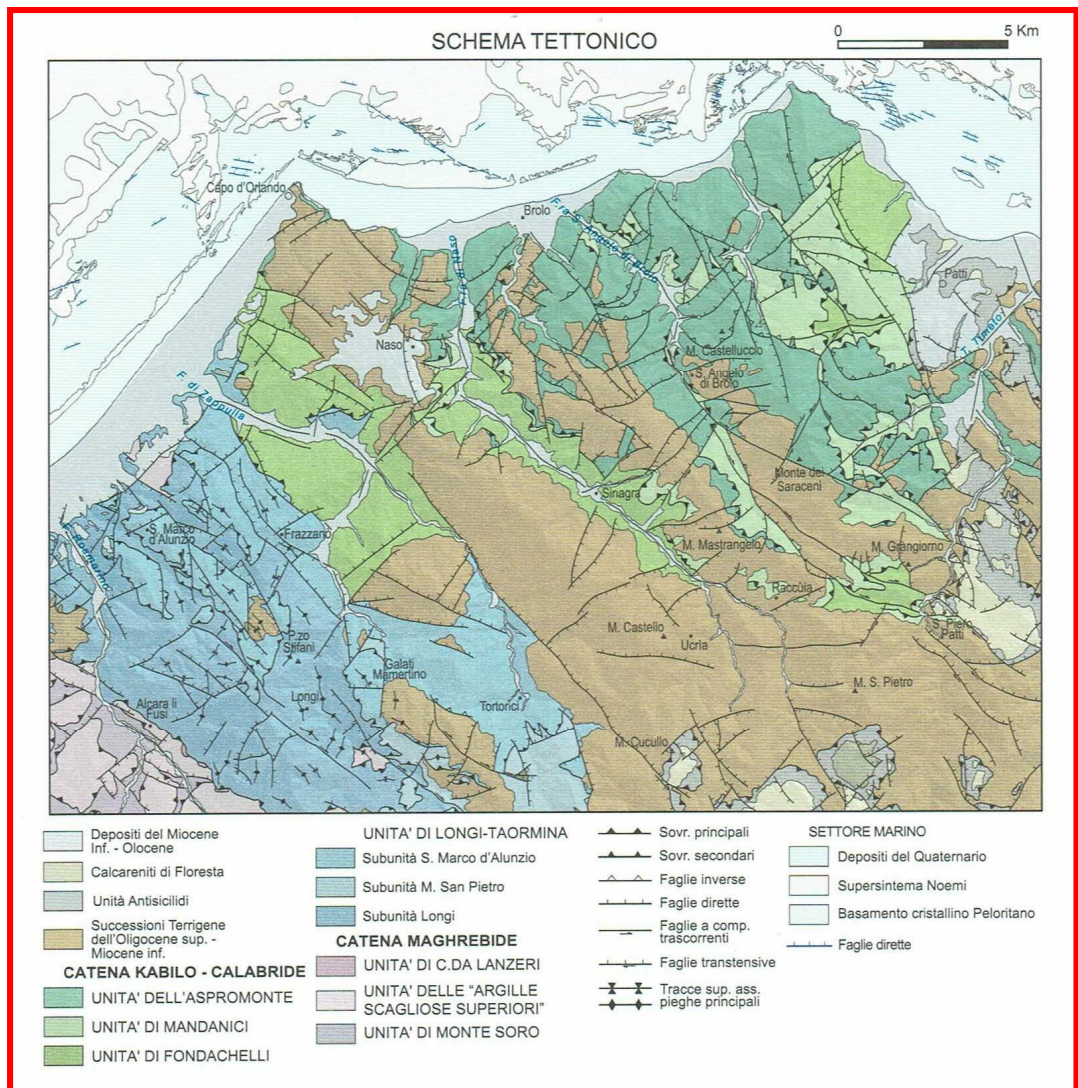


I depositi Formazione San Pier Niceto-messiniani sono presenti prevalentemente nella parte settentrionale dei Monti Peloritani e poggiano in discordanza su tutti i terreni più antichi. Le successioni plioceniche affiorano in modo discontinuo e realmente molto limitato nei settori settentrionali dei Monti Peloritani, mentre le successioni plio-pleistoceniche occupano le depressioni costiere a pronunciato controllo neotettonico.

SCHEMA STRATIGRAFICO DEI CORPI ROCCIOSI COMPONENTI L'EDIFICIO TETTONICO DEI MONTI PELORITANI



"Riqualificazione urbana Piazza Catena ed aree limitrofe"



Il presente progetto di riqualificazione urbana della Piazza Catena ed aree limitrofe, ha lo scopo di migliorare l'aspetto urbano e ambientale della zona, attraverso la realizzazione di opere di restauro e manutenzione delle aree pubbliche, la creazione di spazi verdi e la promozione di attività culturali e ricreative. Il progetto è stato elaborato in collaborazione con le autorità locali e i cittadini, al fine di garantire la massima trasparenza e partecipazione nel processo decisionale.

222111212122

Nei dintorni dell'abitato di Librizzi affiorano corpi litodemicici appartenenti alle unità metamorfiche Peloritane geometricamente più elevate del settore Calabro - Peloritano. In particolare, questi corpi rocciosi sono riferibili alle seguenti unità (dalle più elevate fino alle più profonde):

UNITA' ASPROMONTE

UNITA' MANDANICI

221122 2222122

2

2

L'Unità Mandanici è costituita da un basamento metamorfico, dato da filladi sericitiche con noduli di quarzo bianco, filladi grafitose e filladi con granato. Talora compaiono, intercalati nelle filladi sericitiche, banconi di marmi nerastri che raggiungono spessori rilevanti presso Gioiosa Vecchia. La copertura sedimentaria di tale unità è data da dolomie cristalline, calciruditi e calcilutiti, con lembi di calcari a crinoidi ed oolitici.

Le "filladi sericitiche" sono metamorfiti di basso grado, di colore grigio scuro-marrone, a causa delle patine sericitiche che ricoprono le superfici alterate, e di colore grigio argenteo, per l'elevato contenuto micaceo, sulle superfici fresche; esse contengono inoltre frequenti noduli e vene di quarzo bianco, con dimensioni comprese tra 2 mm e 30 cm. La paragenesi più comune è quella a quarzo, muscovite, clorite, albite in facies "scisti verdi" di Barrow, con ilmenite, carbonati, biotite, tormalina e grafite come accessori (Ferla, 1970). Hanno una tessitura scistosa, con superfici di scistosità S2 impostate sui piani assiali di precedenti S1; le superfici S2 si presentano inoltre crenulate e fratturate (si riconoscono almeno due sistemi coniugati di frattura, orientati E-W e NW-SE e probabilmente legate alle ultime fasi deformative alpine).

Tali rocce hanno subito un metamorfismo ercinico di bassa pressione che ha dato luogo a pieghe isoclinali e trasposte, le cui cerniere sono materializzate da noduli di quarzo a forma di uncino; tali noduli di quarzo si ritrovano spesso nei fianchi di pieghe maggiori, a scala metrica e di età alpina. Sempre alla deformazione alpina

sono riferibili le deformazioni duttile-fragile, quali i sistemi di fratture e le zone di taglio incipiente (kink-band).

Queste rocce affiorano estesamente, con uno spessore di affioramento di circa 500 m, calcolato solo approssimativamente, dati i continui piegamenti e dislocazioni che hanno ripetuto più volte la serie originaria. Le "filladi grafitose" dell'Unità Mandanici sono costituite da scisti pelitici nerastri, per il maggior contenuto di grafite rispetto alle filladi sericitiche della stessa unità. Hanno una tessitura fortemente scistosa, tanto da rompersi facilmente in lastre sottili, con superfici di scistosità lucenti e fittamente crenulate; anche in queste litologie sono frequentemente presenti noduli di quarzo bianco. Tali rocce potrebbero costituire porzioni di filladi sericitiche della stessa unità più ricche in grafite, visto che il passaggio fra queste due litologie sembra essere continuo.

Le "filladi a granato" sono filladi sericitiche interessate da una blastesi sin-cinemica alpina a granato rosso. I porfiroblasti di granato hanno dimensioni comprese tra 1 mm ed 1 cm, sono disposti tra le superfici di scistosità principale delle filladi e si presentano ruotati, assumendo la caratteristica forma a "palla di neve"; talora il contenuto in granato è abbondantissimo, facendo assumere alle superfici di scistosità delle filladi un aspetto mammellonare. Tale granato sintettonico è contemporaneo alla deformazione della S1, con la formazione della S2, in quanto gli assi di rotazione di tali porfiroblasti sono paralleli alle superfici S2, venendo a formare su di esse una evidente lineazione (Ferla, 1970).

Questa litologia potrebbe costituire una porzione dell'Unità Mandanici avente una composizione originaria più alluminifera rispetto alle filladi sericitiche: il limite tra le due litologie potrebbe costituire un originario limite stratigrafico.

Le filladi associate ai marmi di Gioiosa Vecchia, sono filladi sericitiche nerastre, con noduli di quarzo; esse si presentano intercalate a vari livelli all'interno di calcari metamorfici a grana minuta, nerastri o biancastri, in base al contenuto in grafite, ed in strati di 5-10 cm. Nei marmi si riconosce una blastesi a calcite, muscovite, grafite, pirite e granato (quest'ultimo ad habitus cubico); le superfici di scistosità sono definite da letti ricchi in muscovite e sono paralleli alle superfici di scistosità principale delle filladi alle quali sono associati; ma mentre i marmi hanno una giacitura continua e deformazioni di tipo fragile-duttile (fratture, zone di taglio con

a partire dai filoni di 10 cm-1 m e paralleli alla scistosità principale o che tagliano la giacitura principale dei micascisti, fino ai grossi corpi pegmatitici a Quarzo+Feldspati+Muscovite+Tormalina

I gneiss occhiadini, possiedono occhi di feldspati grossi fino a 2 cm e sono disposti secondo la scistosità principale, definita dai letti micacei (il contenuto in biotite varia da un minimo del 20%, fino a costituire il totale dei componenti micacei). I porfiroblasti di feldspato generalmente determinano sulla superficie di scistosità principale una o due lineazioni, secondo le loro direzioni di appiattimento. Quando gli gneiss hanno un contenuto micaceo elevato si presentano fortemente scistosi (gneiss listati), mentre assumono un aspetto massivo e sono interessati da un clivaggio di fratturazione neotettonico che li riduce in blocchi squadrati, quando il contenuto micaceo si riduce. Anche gli gneiss occhiadini presentano gli stessi filoni aplo-pegmatitici che si ritrovano nei micascisti.

COPERTURA SEDIMENTARIA CENOZOICA

Formazione Stilo-Capo d'Orlando (COD)

Argille Variegata Antisicilidi (ASI)

Calcareni di Floresta (CFL)

?? ???? ???? ???? ???? ???? ???? ?

?

?

Si tratta di depositi terrigeni discordanti sul basamento cristallino del settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano (Bonardi et al., 1980). Sono anche noti in letteratura come "Flysch di Capo d'Orlando" (Ogniben, 1960), "oligo-miocène molassique" (Caire et al., 1960; Truillet, 1968), "Formazione Stilo-Capo d'Orlando" (Bonardi et al., 1980).

Nell'area, tale formazione è costituita in massima parte da arenarie, di colore grigio o giallo-bruno, a grana medio-fine, con granuli arrotondati di quarzo e feldspati ed abbondanti lamelle micacee (muscovite e biotite alterata). Si tratta di arenarie arkosico-litiche, che si presentano in strati continui di 20-30 cm o in banchi di 1-2 m di spessore, con interstrati siltitici, argillitici e talora marnosi, spessi 1-10 cm;

la deposizione dei granuli è in certi livelli gradata, per cui dentro alcuni strati si notano variazioni laterali e verticali della composizione granulometrica.

Talora, nella parte inferiore della formazione oppure in più livelli lentiformi entro i banconi arenacei, si rinviene un conglomerato poligenico, a ciottoli di dimensioni comprese tra i 2 mm ed i 30 cm, immersi in una matrice arkosico-litica, poco abbondante e di colore giallo-ocra; gli elementi costituenti lo scheletro di tale conglomerato derivano dal disfacimento di rocce metamorfiche (gneiss, micascisti e filladi) e magmatiche (pegmatiti, porfiroidi), che in origine costituivano una parte delle unità sottostanti a tali sedimenti.

La Formazione Stilo-Capo d'Orlando affiora nella parte orientale dell'area in esame, con maggiore estensione e spessori massimi di circa 150 m, sul lato destro del Torrente Timeto; sul lato sinistro del suddetto torrente i banconi metrici di arenaria vengono ricoperti, per sovrascorrimento, dalle "Argille Variegatae Antisicilidi", presso i rilievi dei Monti Russo, Balestra e Camera; in particolare tra le C.de S. Pietro e S. Nicolella c'è il contatto tettonico tra la Fm Stilo-Capo d'Orlando ed i gneiss occhiadini dell'Unità Aspromonte.

In effetti la Formazione Stilo-Capo d'Orlando è discordante sulle unità Peloritane, come è possibile vedere ad O di Monte Ilici, dove alcuni lembi isolati di arenarie poggiano, in discordanza, direttamente sui gneiss occhiadini dell'Unità Aspromonte, a luoghi con l'interposizione di un livello conglomeratico, dello spessore di 2-5 m. Questo livello conglomeratico passa verso l'alto ad un'alternanza di arenarie, a grana medio-fine ed in strati di 5-10 cm, e di livelli centimetrici di siltiti e argilliti, talora marnose; questa alternanza raggiunge qui uno spessore massimo di circa 70 m.

2 22 2222 22 222 222 22 222 22222 22 22 22 2

2 2 2 2 2

Si tratta di argille ed argilliti in scaglie di 5mm-1cm, di colore rosso, verde, grigio e nero, senza una stratificazione evidente, ma con passaggi ripetuti e contorti di zone a diverso colore. All'interno di tali coltri argillose si ritrovano talora intercalati livelli di quarzareniti bruno-verdastre in strati di 5-10 cm, notevolmente fratturati, che affiorano per uno spessore massimo di 5 m lungo il corso del Torrente di Montagnareale, a N di C.da S. Pietro; a luoghi, dispersi nella massa delle argille, sono presenti dei blocchi metrici di calcari organogeni ad oncoliti, bianchi o rosati, e dei lembi metrici di marne carboniose grigio scure in strati di circa 5 cm con spalmature giallastre (forse di zolfo) sulle superfici di stratificazione.

Nell'area in esame tale formazione presenta uno spessore massimo compreso tra i 75 m e i 100 m, valutato solo approssimativamente, dato che le scarse stratificazioni, spesso rotte e ripiegate, ed i continui fenomeni franosi e di soliflusso non hanno permesso di definire orizzonti stratigrafici certi né all'interno della stessa formazione né lungo i contatti con le formazioni sovrastanti e sottostanti.

Le "Argille Variegate Antisicilidi" poggiano, in contatto tettonico, sulla Formazione Stilo-Capo d'Orlando, come è possibile vedere presso Case Nuove Russo, Case S. Giovanni ed a SE di C.da Sisa; superiormente invece le "Argille Variegate Antisicilidi" sono ricoperte dai sedimenti discordanti della formazione arenaceo-conglomeratica del Tortoniano, talora con l'interposizione di lembi delle "Calcareniti di Floresta". Le argille variegate affiorano nella porzione orientale dell'area in esame, lungo una fascia, larga circa 1km, che va dal Torrente S. Venera fino al Torrente Timeto, estendendosi verso S fin oltre l'abitato di Patti; altri lembi si trovano ad O del Torrente Timeto presso le C.de Sisa, S. Giuseppe e S. Pietro; in quest'ultima località una faglia trascorrente le mette a contatto le argille con le filladi sericitiche dell'Unità Mandanici.

2 2222222 2222 22 222222 22 2

2 2 2

Tale formazione è costituita da arenarie bianco-grigiastre, i cui elementi sono clasti a grana fine e spigolosi di quarzo e feldspati, resti fossili di Anfistegine, di

Briozoi e di alghe, e scaglie di glauconite verdastra aventi dimensioni massime di qualche centimetro e variamente disseminate nello scheletro arenaceo; si tratta quindi di una arenaria arkosico-litica, impregnata da cemento carbonatico, in strati di 5-10 cm, ma che possono raggiungere spessori di 50 cm - 1 m e spesso presentano all'interno una stratificazione incrociata, e con interstrati sabbiosi-siltosi di 2-5 mm di spessore. Il cemento carbonatico che lega i grani costituenti lo scheletro arenaceo, talora diventa talmente abbondante da fare assumere a tali rocce una tessitura cemento-sostenuta.

Tale formazione affiora nell'area in esame con uno spessore massimo di circa 50 m, in vari lembi discontinui che poggiano in discordanza sulle Argille Variegata Antisicilidi, mentre superiormente passano in continuità di sedimentazione alle arenarie quarzoso-micacee del Tortoniano, attraverso una zona spessa qualche metro, in cui le due litologie si alternano ripetutamente. I lembi più estesi delle "Calcareniti di Floresta" affiorano a S di Marina di Patti, presso C.da Fontanella e Case Accordino, lungo il tratto della Strada Statale 113, che porta dall'abitato di Patti a Case Nuove Russo; lembi di più piccole dimensioni si riscontrano a Case S. Giovanni ed a NE di Croce Segreto; proprio in queste ultime località è ben evidente il passaggio con le arenarie della soprastante formazione.

post-orogene. In esse la permeabilità è variabile in funzione della litologia dello strato o livello cui si riferisce. Nell'ambito della stessa alternanza si riscontrano quindi situazioni estreme, rappresentate dai livelli di argille impermeabili e dagli orizzonti arenitici o conglomeratici permeabili. Ne consegue che, parallelamente alla stratificazione, in corrispondenza di livelli arenacei continui, si hanno buoni valori del coefficiente di permeabilità; in corrispondenza dei livelli prevalentemente argillosi non si hanno, invece, condizioni di permeabilità. In particolare nel bacino in esame le condizioni geologico-strutturali sono tali che, nelle zone collinari e montuose, alle formazioni metamorfiche sono direttamente sovrapposte le facies conglomeratiche oligoceniche e le alternanze arenaceo-pelitiche del Flysch di Capo d'Orlando. Questo complesso sedimentario, laddove si presenta sufficientemente continuo e poco influenzato dalla fratturazione di origine tettonica, si caratterizza per una permeabilità primaria medio-elevata lungo i livelli arenacei o i banchi fratturati e, praticamente, nulla lungo gli orizzonti integri ed i livelli argilloso-marnosi dell'alternanza arenaceo-pelitica; dunque il complesso si comporta come terreno poco permeabile o addirittura impermeabile nella direzione ortogonale alla stratificazione, mentre si può riscontrare una discreta permeabilità nella direzione parallela alla stratificazione, relegata ai livelli arenacei.

Dato lo spessore raggiunto da questo complesso roccioso, si determinano delle falde acquifere di notevole estensione e potenza, spesso confinate a causa di contatti tettonici e la sovrapposizione della formazione delle Argille Scagliose, praticamente impermeabile.

????? ?

Rappresentati principalmente dai depositi terrigeni del Flysch di Capo d'Orlando, nel caso in cui tale complesso risulta molto fratturato, e dalle successioni terrigene post-orogene a prevalente composizione arenacea. In questi terreni la permeabilità è variabile da strato a strato, ma la prevalenza dei litotipi arenacei ed i numerosi sistemi di fratture conferiscono a questo complesso una permeabilità media di tipo misto (per porosità e fratturazione). Le acque di infiltrazione sono altresì regolate dalla presenza delle intercalazioni dei livelli argillosi, che essendo impermeabili, riescono a limitare, anche se solo in parte, la permeabilità verticale del mezzo, condizionando così il deflusso sotterraneo. Nelle facies conglomeratiche e

francamente arenacee la permeabilità è medio-elevata, di tipo primario (porosità dei conglomerati) e secondario (sistemi di fratturazione), determinando coefficienti di infiltrazione più elevati.

2222222222 22 22222 22222

Sono terreni caratterizzati da impregnazioni idriche in corrispondenza dei livelli litologici più superficiali alterati. Sono state incluse, all'interno di questa classe, le coperture detritiche e le porzioni superficiali alterate delle rocce metamorfiche di basso, medio ed alto grado. I termini prevalentemente metamorfici delle unità tettoniche peloritane costituiscono un complesso impermeabile, dove la roccia risulta integra, con una circolazione idrica sotterranea discontinua e limitata alle fasce tettonicamente disturbate ed agli affioramenti gneissici e plutonitici fratturati in grande, con una permeabilità medio-bassa per fratturazione. Laddove le porzioni superficiali detritiche assumono uno spessore ed una permeabilità media per porosità, si instaurano delle falde acquifere di modesta entità, che talora danno luogo ad emergenze sorgentizie effimere e con regime strettamente correlabile al regime pluviometrico locale. Nell'ambito di questo complesso, dunque, i coefficienti di infiltrazione potenziale sono molto bassi ed in genere decrescenti con la profondità, cosicché nell'aliquota del deflusso idrico globale prevale notevolmente il ruscellamento rispetto all'infiltrazione, anche in dipendenza delle condizioni di acclività dei versanti.

0 00	00	00	0	0	0	00	0	0	0	0	0	00	0	
0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00	000 00	0000 00
0 0	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
0 0	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
0	000 00	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00	000 00	0000 00
0 0 0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	0 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00	000 00	0000 00
0 0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
00 0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
0 0 0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	0 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
0 0 0	000 00	000 00	000 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	0000 00
0	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	0 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	000 00	000 00
000 0	000 00	00 0	0	0 0		0 0 00	00 00	0 00		00 0	0	00	0 0 0	0 0
0 00														

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello autunno-invernale, con i mesi di ottobre, novembre e dicembre più piovosi rispetto ai mesi di gennaio, febbraio e marzo; nei restanti mesi le precipitazioni sono scarse o assenti.

Le precipitazioni di massima intensità si registrano soprattutto nel mese di ottobre.

[illegible]

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore nord-orientale della Sicilia nel quale ricade il bacino idrografico del Torrente Timeto, sono state considerate le informazioni ricavate dall' "Atlante Climatologico della Sicilia" (2000), redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

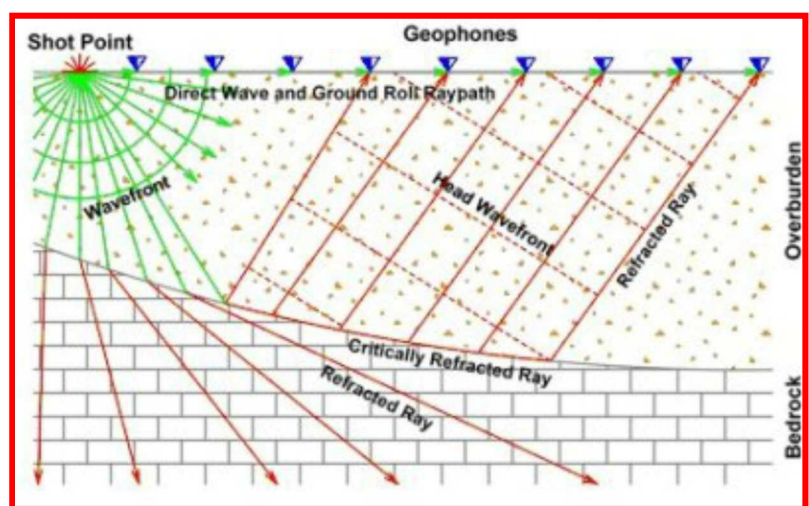
Le condizioni orografiche e morfologiche della catena montuosa dei Monti Peloritani e della provincia di Messina, rispetto al restante territorio della Sicilia, influenzano notevolmente le caratteristiche climatiche dell'area in esame. La vicinanza della catena montuosa alla costa determina un effetto barriera nei confronti delle correnti aeree provenienti dal Tirreno e dallo Jonio ed allo stesso tempo il mare ha un'azione mitigatrice sulle aree costiere e più interne del territorio.

Per definire il microclima del settore in cui ricade il bacino idrografico del Torrente Timeto sono stati considerati gli elementi climatici Temperatura e Precipitazioni, registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia

elaborato la distribuzione di probabilità degli indici di aggressività annua della pioggia sulla base di diverse leggi probabilistiche. Per quel che riguarda il territorio di Messina, il valore del coefficiente di autocorrelazione risulta pari a -0.024 [con limiti di confidenza al 95% pari a -0.479 (inferiore) e 0.373 (superiore)] e testimonia l'assenza di persistenza della variabile Ra. Le distribuzioni teoriche di probabilità, modificate con il test parametrico di Kolgomorov-Smirnov, forniscono i valori di 0.071 (attraverso la legge a due parametri di distribuzione normale), 0.018 (attraverso la legge log-normale a due parametri), 0.229 (attraverso la legge di distribuzione di Gumbel), 0.625 (attraverso la legge di Pearson), $< 10^{-4}$ (attraverso la legge di Weibull) e 0.031 (attraverso la legge log-normale a tre parametri).

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo (“*bedrock*”).

Queste indagini sfruttano il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

[illegible]

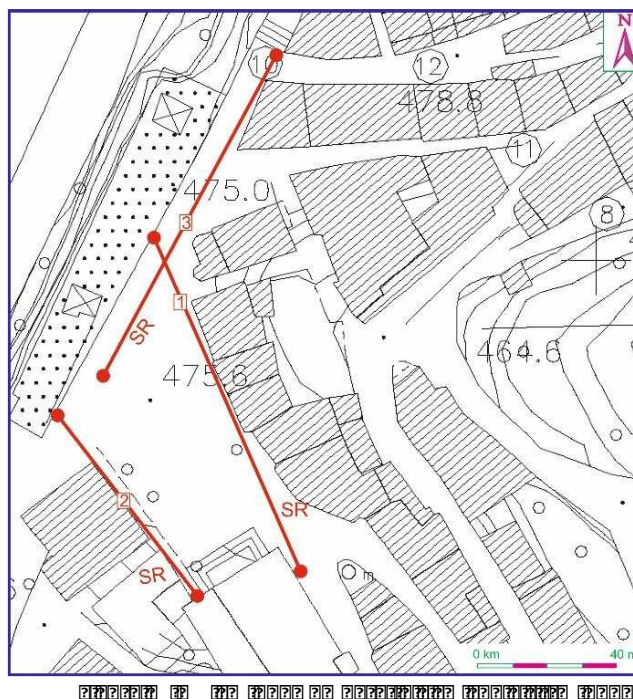
La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è una stazione sismica a 20 canali (mod. SARA Do.Re.Mi.) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz (spaziatura tra geofoni 2m, 0,5s di acquisizione, frequenza 2.000

Hz), una mazza battente di 8 kg, a sua volta dotata di uno starter da accoppiare al circuito trigger.

La prova è consistita nel produrre sulla superficie del terreno, lungo la direzione dello stendimento, sollecitazioni dinamiche verticali, per la precisione n°5 battute, per la generazione delle onde sismiche e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie a distanze note e prefissate, mediante sensori (geofoni) a componente verticale. Gli stendimenti sono stati eseguiti con una disposizione di n° 20 geofoni per le registrazioni degli arrivi delle fasi P.

I dati registrati sono stati scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il software "smartTOMO", questa particolare tecnica di inversione tomografica, permette il calcolo delle traiettorie dell'onda attraverso la soluzione di complesse equazioni, definite in letteratura come eikonal equation di Fresnel, ottenendo così un modello bidimensionale 2D di velocità-profondità, visualizzato con apposito software di countouring.

Lo scopo delle indagini, è stato quello di determinare lo spessore dei materiali areati, poco consistenti, aventi scadenti caratteristiche meccaniche. La consistenza e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, sono legati alla densità e al grado di costipazione dei terreni e quindi alla velocità di transito delle onde sismiche, nella fattispecie le P. Di seguito viene raffigurata la sezione tomografica superficiale e la relativa sezione sismostratigrafica interpretativa. Considerato che la velocità delle propagazioni delle onde sismiche, è legata essenzialmente alla densità e alla consistenza dei materiali, è stato possibile identificare i terreni con vari gradi di consistenza.



2 22 2222222222 22 2222 222222 2222222222 2222

2 2

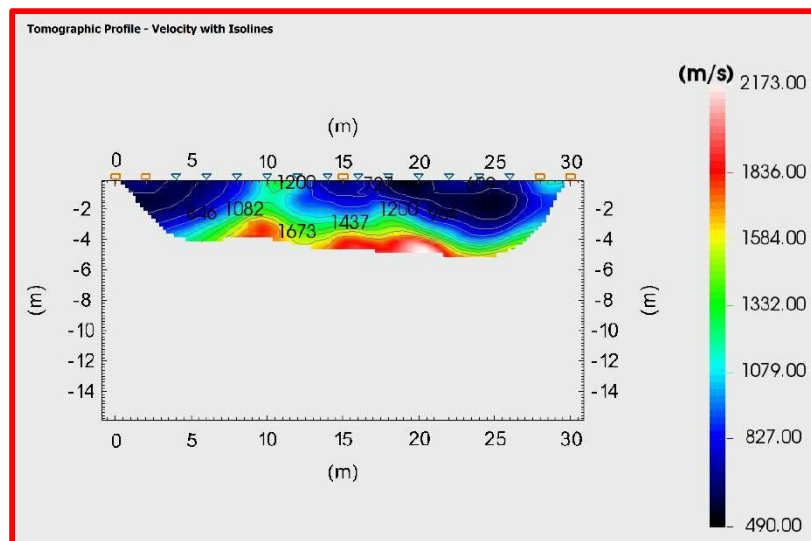
L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "sismostrati", così caratterizzati:

1. **Il primo sismostrato** ha uno spessore massimo di circa **3,30 mt**, mentre, le velocità di transito delle onde P sono pari a **958 m/s**; si tratta verosimilmente della coltre detritica superficiale / terreno di riporto, caratterizzata da materiali a grana medio fine poco addensati e con scadenti caratteristiche fisico meccaniche.
2. **Il secondo sismostrato** si approfondisce fino alla profondità di circa **3,30 mt**, con velocità di propagazione delle onde longitudinali maggiori a **958 m/s**; caratterizzato da materiali da litoidi a semi litoidi con ottime caratteristiche geomeccaniche.



L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "sismostrati", così caratterizzati:

- 1 Il primo sismostrato** ha uno spessore massimo di circa **2,80 mt**, mentre, le velocità di transito delle onde P sono pari a **727 m/s**; si tratta verosimilmente della coltre detritica superficiale / terreno di riporto, caratterizzata da materiali a grana medio fine poco addensati e con scadenti caratteristiche fisico meccaniche.
- 2 Il secondo sismostrato** si approfondisce fino alla profondità di circa **2,80 mt**, con velocità di propagazione delle onde longitudinali maggiori a **727 m/s**; caratterizzato da materiali da litoidi a semi litoidi con ottime caratteristiche geomeccaniche.



2173.00 1836.00 1584.00 1332.00 1079.00 827.00 490.00

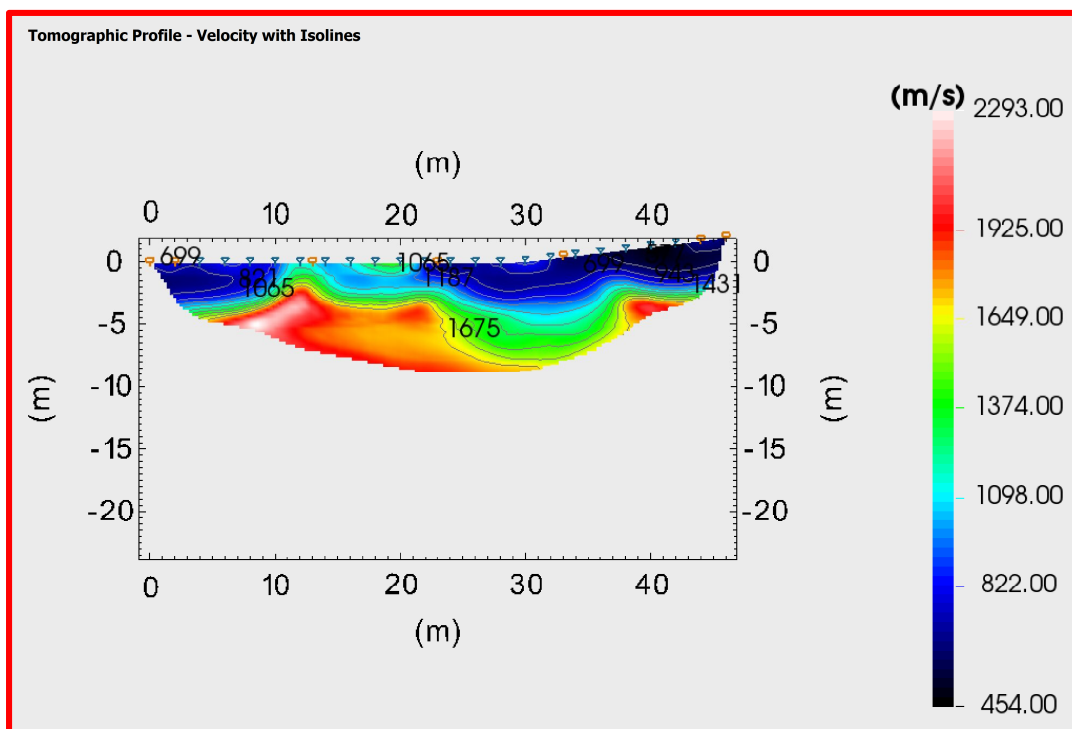


[illegible]

?

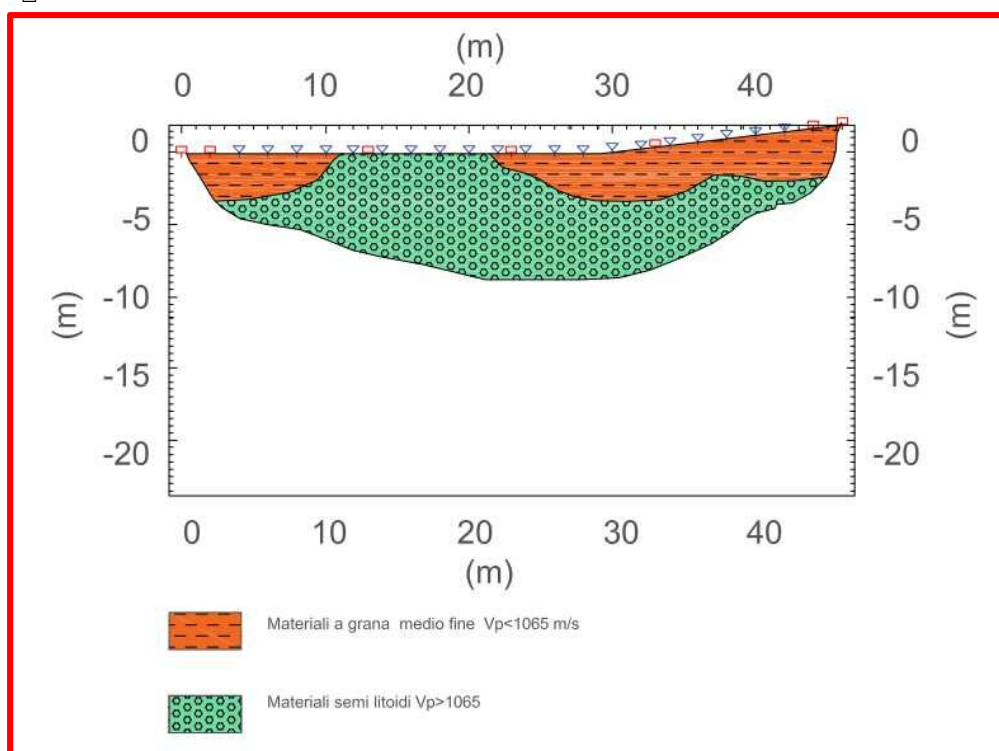
-

2. Il secondo sismostrato si approfondisce fino alla profondità di circa **3,40 mt**, con velocità di propagazione delle onde longitudinali maggiori a **1065 m/s**; caratterizzato da materiali da litoidi a semi litoidi con ottime caratteristiche geomeccaniche.



?????? ?? ???? ???? ???? ???? ???? ??

?



?

"Riqualificazione urbana Piazza Catena ed aree limitrofe"

2222222 22 222 222 222222222 222222 22 22

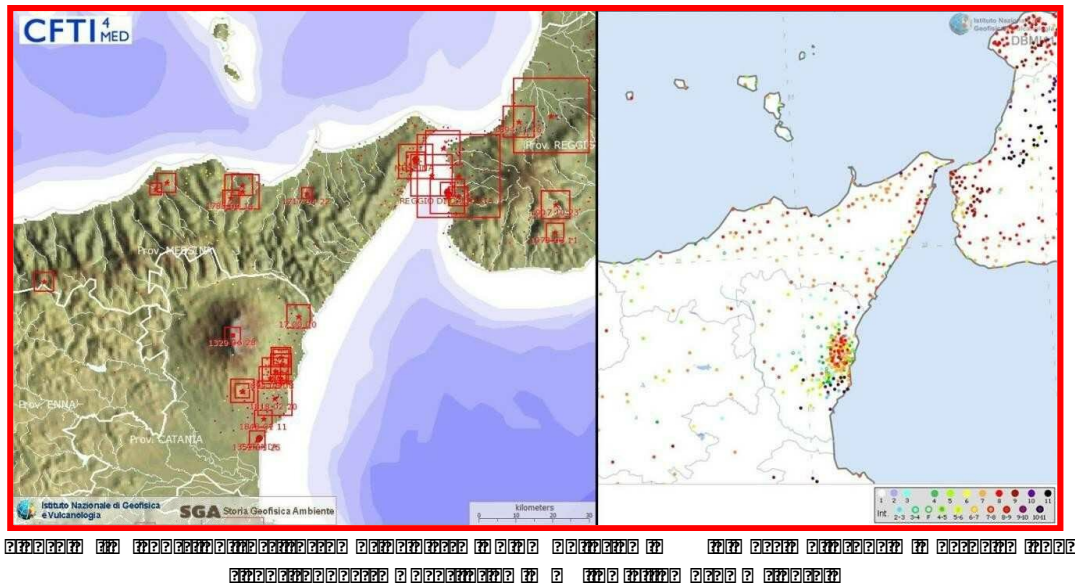
2

□	□□□	□□□
□	□	□
□	□	□
□	□	□
□	□	□
[□	□
□	□	□
[□	□

2

□ □□ □□ □
□ □ □
□ □□ □
□ □□ □

2



Terremoto del 25.08.1613, ore 05:00, lat=38.117°, lon=14.783°, I_{max}=9, Me=5.6: il terremoto avvenne all'alba del 25 agosto (alla latitudine della Sicilia settentrionale, all'incirca le ore 5:00 GMT). Gli effetti più gravi risultarono concentrati nella città di Naso, dove crollarono oltre 200 abitazioni e tutte le altre furono gravemente danneggiate. I morti furono 103.

Terremoto del 22.04.1717, ore 05:20, lat=38.1°, lon=15.217°, I_{max}=8.5, Me=5: il terremoto avvenne all'alba del 22 aprile (ore 5:20 GMT ca.) e colpì gravemente Castoreale.

Terremoto del 10.05.1739, ore 15:25, lat=38.1°, lon=14.75°, I_{max}=8.5, Me=5.1: le scosse iniziarono il 9 maggio e fino al 19 dello stesso mese furono avvertite oltre 100 repliche. La scossa principale avvenne il 10 maggio alle ore 21

ffusi a Naso, dove varie case crollarono. Le chiese subirono gravi lesioni e crolli parziali.

Terremoto del 14.09.1780, ore 17:20, lat=38.083°, lon=14.983°, I_{max}=8, Me=5.4: il terremoto avvenne il 14 settembre 1780 e colpì le località della Sicilia nord – orientale situate nell'entroterra del golfo di Patti. La prima scossa fu sentita alle ore 15:05 GMT circa (ore 21 e mezza in uso orario "all'italiana"): a Patti la popolazione spaventata abbandonò le abitazioni rifugiandosi all'aperto. Poco più di due ore dopo, alle 17:20 GMT circa (ore 23 e tre quarti "all'italiana"), avvenne la

poche altre zone più sviluppate, la regione su cui si abbatté il terremoto era un'area caratterizzata da un'economia molto povera. Questo inevitabilmente si ripercuoteva sulla qualità dell'edilizia: i materiali impiegati erano scadenti e le tecniche costruttive erano obsolete. L'età e il degrado dei manufatti preesistenti, inoltre, e i danni causati dai terremoti degli anni precedenti (1894, 1905 e 1907) aumentando l'entità delle distruzioni. La scossa avvenne alle ore 4:20 GMT e, per quanto riguarda i danni più gravi, colpì un'area di circa 6000 km². In circa 80 località delle province di Messina e Reggio Calabria gli effetti furono devastanti, con distruzioni estese dal 70 al 100% delle costruzioni.

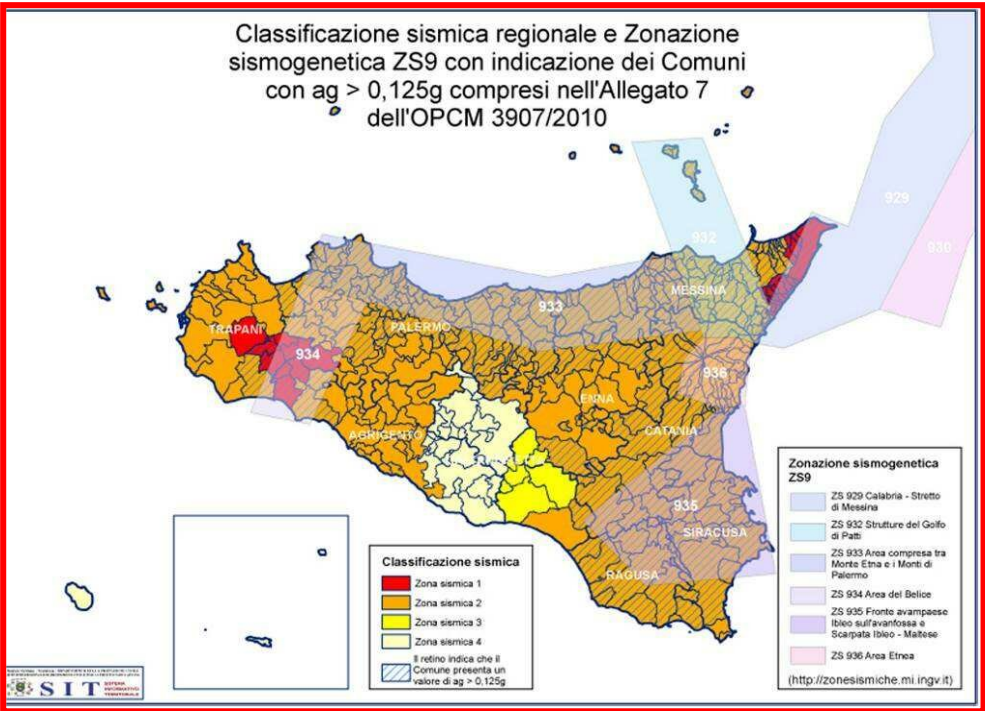
Terremoto del 31.10.1967, ore 21:08:07, lat=37.867°, lon=14.417°, Imax=8, Me=5.6: la scossa principale avvenne il 31 ottobre alle ore 21:08 GMT e fu avvertita in due fasi della durata complessiva di 15 secondi. Fu seguita da numerose repliche che durarono fino oltre la metà di dicembre.

Terremoto del 15.04.1978, ore 23:33:47, lat=38.117°, lon=15.017°, Imax=8, Me=5.7 colpì l'area tirrenica della Sicilia nord – orientale e fu risentita in quasi tutta la Sicilia, esclusa la provincia di Trapani, e nella Calabria centro – meridionale. Furono riscontrati danni apprezzabili in circa 100 località. Gli effetti più gravi riguardarono una ventina di centri situati lungo la costa e nell'immediato entroterra del golfo di Patti e sul versante nord – orientale dei Monti Nebrodi (Barcellona Pozzo di Gotto, Castoreale, Falcone, Oliveri, Patti, Brolo, Gioiosa Marea, Naso, San Piero Patti, Sant'Agata di Militello, Sant'Angelo di Brolo, etc.). Danni notevoli furono riscontrati anche in alcuni paesi delle isole Eolie, in particolare sulle isole di Vulcano e di Lipari. Complessivamente, oltre 70 edifici crollarono totalmente, 650 furono giudicati da demolire totalmente o parzialmente e altri 2.000 circa furono gravemente danneggiati. Le distruzioni più rilevanti riguardarono i centri storici, dove le caratteristiche costruttive e urbanistiche produssero un'amplificazione degli effetti sismici. Nelle località principali dell'area colpita (Patti, Barcellona Pozzo di Gotto, Castoreale, Milazzo), la parte antica degli abitati era costituita da edifici costruiti

tri, spesso con volte d' e tetti esercitanti una notevole spinta laterale. La rete stradale era principalmente in comune, erano staticamente e dinamicamente interdipendenti. Negli edifici più recenti e in quelli costruiti secondo norme antisismiche i danni furono minori e riguardarono soprattutto tramezzature e pareti divisorie.

La pericolosità sismica nel territorio della Regione Siciliana dipende da diverse aree sismogenetiche che interessano sia i settori sommersi che quelli sommersi. La zonazione sismogenetica del territorio italiano eseguita dall'INGV (Meletti e Valensise 2004) comprende 6 aree sismogenetiche:

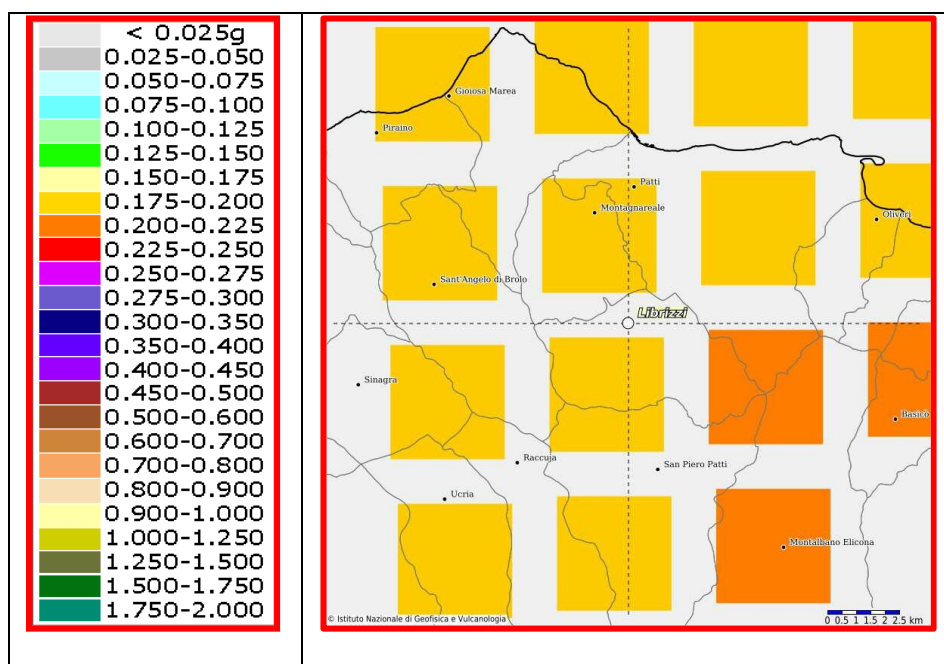
ZS929	Zona sorgente della Calabria fino allo stretto di Messina
ZS932	Faglie legate allo "svincolo" che consente l'arretramento dell'arco calabro e le strutture sintetiche che segmentano il golfo di Patti.
ZS933	Area compresa tra il Monte Etna e i Monti di Palermo
ZS934	Area del Belice
ZS935	Fronte dell'Avampaese Ibleo sull'Avanfossa e Scarpata Ibleo Maltese
ZS936	Area Etna



La pericolosità sismica viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA) di nostro interesse. In base all'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiornata al 2005 (primi elementi di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica) nell'ambito del territorio italiano sono state schematicamente definite 4 zone sismiche, contraddistinte da diversi valori accelerazione orizzontale massima PGA con periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di superamento del 10% in 50 anni).

zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$> 0,25$
2	$0,15 - 0,25$
3	$0,05 - 0,15$
4	$< 0,05$

Il comune di **LIBRIZZI** rientra dal punto di vista simico nella "zona sismica 2".



22222222222222 222222 22 22 22 22

2222222222222222 22222222222222222222 22 22

La normativa sismica italiana, come riportato nel DM 17/01/2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni" definisce l'azione sismica di progetto basandosi sulla categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili a categorie definite nella Tab. 3.2.II, del D.M., si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo. I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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:

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

con:

h_i spessore dell'i-□ □ □ □ □ □ □ □

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-□ □ □ □ □ □ □ □

N □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

22222222222222 22222222222222

1	<p>La prima categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata trascurabile, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) non influisce significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
2	<p>La seconda categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata moderata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce moderatamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
3	<p>La terza categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
4	<p>La quarta categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata molto elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce molto significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
5	<p>La quinta categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata estremamente elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce estremamente significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>

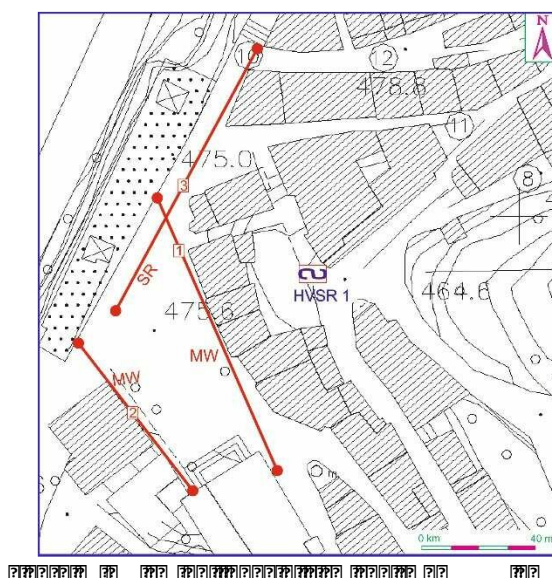
Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

1	<p>La prima categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata trascurabile, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) non influisce significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
2	<p>La seconda categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata moderata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce moderatamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
3	<p>La terza categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
4	<p>La quarta categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata molto elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce molto significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>
5	<p>La quinta categoria riguarda le aree in cui la risposta sismica locale è considerata estremamente elevata, in quanto la presenza di strutture superficiali (fiumi, canali, laghi, ecc.) influisce estremamente significativamente sulla risposta sismica globale del sito.</p>

Come definito nel testo unico allegato al D.M. del 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", "le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g ".

Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale, il Comune di **LIBRIZZI**, come già detto in precedenza, appartiene ad un'area di **Classe II**, ed è quindi caratterizzato da una accelerazione orizzontale massima $a_g = 0,25 * g$ (m/s^2).

Per la caratterizzazione del sottosuolo, secondo la normativa sulle costruzioni in zona sismica (Ordinanza n. 3274 e s.m.i, D.M. 14.09.2005, D.M. 14.01.2008 e DM 17 Gennaio 2018), sono stati eseguiti 1 prova sismica tipo HVSR "Nakamura" (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) e n° 3 prospezioni geofisiche del tipo "MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999*)".



La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è totalmente non invasiva, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- **la frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento delle strutture in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nella progettazione per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

• **la frequenza fondamentale di risonanza di una struttura**, qualora la misura venga effettuata all'interno della stessa. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;

• **la velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. È possibile calcolare la V_{s30} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 de 22/03/2018;

• **la stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtrempi. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente S ;
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente S al sito X (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
3. dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

segnale registrazione al sito x = sorgente * effetti di percorso * funzione trasferimento strumento

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche "microtremore" poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte

?? ???

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un velocimetro digitale della ditta SARA Electronic Instruments S.r.l., modello SR04 "GEOBOX", che utilizza una terna di sensori ad alte prestazioni con frequenza propria nominale di 4.5 Hz, ortogonali tra loro, ad alta definizione, con intervallo di frequenza compreso tra 0.2 e 1000 Hz ed un digitalizzatore dei 3 canali sismici a 24 bit.

L'assenza di cavi esterni consente di lasciare virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente. Lo strumento dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali. Il moto del terreno viene amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale.

?? ???

I dati registrati possono essere scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il programma SEISMOWIN fornito assieme allo strumento.

L'elaborazione dei dati ed il processing è avvenuto secondo le direttive fornite dal progetto di ricerca europeo SESAME.

??????????????????????

?

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamiento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 6.20 Hz ± 0.64 Hz

Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3

Frequenza del picco dell’ellitticità: 6,35 Hz

Valore di disadattamento: 0,12

Valore $V_{s,eq}/V_{s30}$: 502,88 m/s

<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>

Alla luce del quadro geofisico emerso e del calcolo

$V_{s,eq} = V_{s,30} = 502,88$ m/s il sito ricade nella categoria “B”.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua (al centro dello stendimento) il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase, anche se influenzate dalla V_p (Velocità delle onde P) e della densità, esse sono strettamente correlate alla V_s (parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito e negli studi di amplificazione dello scuotimento sismico).

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile dal fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta, si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

In questo metodo le onde superficiali generate in un punto, sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Che permettono di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, dando così, informazioni sui primi 30m-50m di profondità di indagine, in funzione della rigidità del suolo.

Per la ricostruzione del modello geofisico è stata eseguita un'indagine con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW.

La strumentazione utilizzata è composta da:

- Sistema di energizzazione: Mazza del peso di 8 Kg battente su piastra circo-

I dati sismici registrati in campagna acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Easy MASW - nr.lic. 6NENH-FPNVN-6A0FG-3NEI5). L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (v-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica, in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie attraverso il piccaggio dei massimi energetici. Tale piccaggio consente la determinazione della curva di dispersione ed il profilo 1D delle Vs per successiva inversione. I sismostrati ottenuti dal profilo Vs, dopo una opportuna verifica di riscontro con le condizioni geologiche del sito, sono stati caratterizzati sismicamente dai relativi valori di Vs, Vp, Densità, Modulo di Poisson, Modulo di Taglio, Modulo di Compressione, e dalla Costante di Lamè.

Inoltre, tali sismostrati verranno utilizzati per il calcolo del $V_{s,eq}$ (velocità media equivalente) così come sancito dalle Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018. A seguire i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW.

Il risultato della inversione della curva di dispersione è mostrato nella figura 10, dove si osserva il piccaggio dei massimi energetici che consente la determinazione della curva di dispersione ed il profilo 1D delle Vs per successiva inversione.

In ottemperanza alle "Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018" la classificazione del sito può essere ottenuta sulla base del valore " $V_{s,eq}$ " (velocità media equivalente delle onde di taglio con substrato rigido presente entro i primi 30,0 m), o " V_{s30} " (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m con substrato rigido > di 30,0 m di profondità) utilizzando la seguente espressione:

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

dove:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero strati;

- H profondità del substrato rigido (Bed Rock) < di 30,0 m caratterizzato da velocità non inferiore a 800,00 m/s; o H =30,0 m nel caso in cui il substrato rigido sia a profondità maggiori di 30,0 m

La risultanza delle prospezioni MASW e delle tomografie sismiche superficiali, ha consentito di qualificare e quantificare le caratteristiche sismiche dei terreni interessati dallo studio geologico. Il modello di riferimento simo-stratigrafico, restituito dalla prospezione MASW e dalla tomografia sismica, ha mostrato una apprezzabile correlatività con l'assetto geologico della area in studio. Dall'analisi delle indagini sismiche si è definito un modello sismostratigrafico di dettaglio, dove attraverso la discretizzazione dei sismostrati individuati è stato possibile definire l'assetto litotecnico e sismico dei terreni indagati. In osservanza al NTC di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018, ai fini dell'azione sismica di progetto, con Le prove Masw, si è calcolato un valore del $V_{s,30}$ (velocità equivalente di propagazione delle di taglio nei primi 30 metri) come da tabella che segue:

Riepilogo			Ntc 2018
MASW_01	Al p.c.	511,00	$V_{s,30}$ (m/s)
MASW_02	Al p.c.	435,00	$V_{s,30}$ (m/s)?
MASW_03	Al p.c.	520,00	$V_{s,30}$ (m/s)?

[illegible][illegible]

Orizzonte	Profondità dal p.c. (m)	Descrizione litologica	V _s (m/sec)	Categoria di suolo
Terreno di riporto / coltre detritica che ricoprono la formazione metamorfica	da 0,00 a 3,00	Materiali a grana media poco addensati con caratteristiche fisico meccaniche scadenti	215	$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$
Formazioni metamorfiche alterate e fratturate	da 3,00 a 13,00	Terreni semi litoidi alterate e fratturate con sufficienti caratteristiche fisico meccaniche	457	$V_{s,eq} = V_{s,30} = 511 \text{ m/sec}$
Formazioni metamorfiche integre	da 13,00 a 30,00	Terreni litoidi con ottime caratteristiche fisico meccaniche	746	“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”

[illegible]

QUESTION

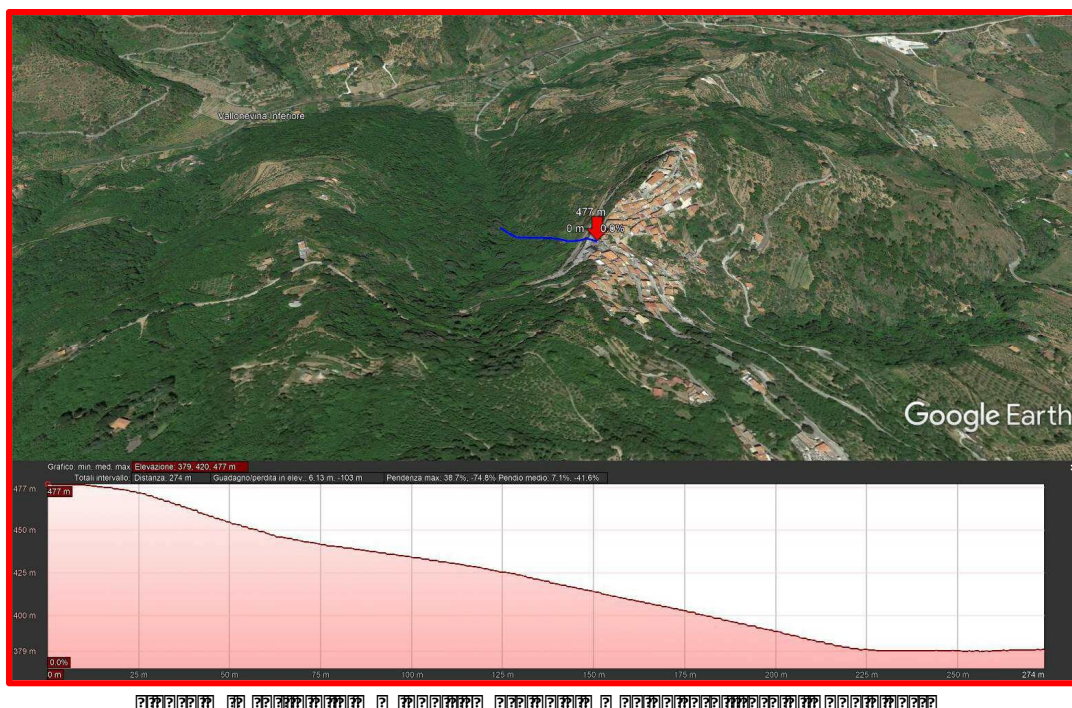
Orizzonte	Profondità dal p.c. (m)	Descrizione litologica	V _s (m/sec)	Categoria di suolo
Terreno di riporto / coltre detritica che ricoprono la formazione metamorfica	da 0,00 a 7,80	Materiali a grana media poco addensati con caratteristiche fisico meccaniche scadenti	344	$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$
Formazioni metamorfiche alterate e fratturate	da 7,80 a 24,80	Terreni semi litoidi alterate e fratturate con sufficienti caratteristiche fisico meccaniche	452	$V_{S,eq} = V_{s,30} = 435 \text{ m/sec}$
Formazioni metamorfiche integre	da 24,80 a 30,00	Terreni litoidi con ottime caratteristiche fisico meccaniche	618	“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”

[illegible]

QUESTION

Orizzonte	Profondità dal p.c. (m)	Descrizione litologica	Vs (m/sec)	Categoria di suolo
Terreno di riporto / coltre detritica che ricoprono la formazione metamorfica	da 0,00 a 4,10	Materiali a grana media poco addensati con caratteristiche fisico meccaniche scadenti	254	$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$
Formazioni metamorfiche alterate e fratturate	da 4,10 a 12,90	Terreni semi litoidi alterate e fratturate con sufficienti caratteristiche fisico meccaniche	478	$V_{S,eq} = V_{s,30} = 520 \text{ m/sec}$
Formazioni metamorfiche integre	da 12,90 a 30,00	Terreni litoidi con ottime caratteristiche fisico meccaniche	733	“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”

[illegible]



Come si evince dal profilo di elevazione ricavato dall'immagine satellitare di Google Earth, sopra riportato, la pendenza risulta essere circa del 43,55 circa 23,50°, in quanto:

$$\frac{477 - 379}{274} = \frac{98}{274} = 0,3576642335766423 \approx 0,3577$$

Pertanto, la categoria topografica attribuita è **T3**, in poiché il versante in studio ha un'inclinazione media con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° i 30, di conseguenza, il coefficiente di amplificazione topografica **S_t** sarà pari a **1,20**.

22222222 2 22 222222 2222

2 2222222222 2222222222 22 2 2

All'interno del sito di nostro stretto interesse, le prove penetrometriche dinamiche medie e continue (**DPM**), sono state effettuate al fine di acquisire, relativamente alla coltre detritica e/o ai depositi alluvionali, una certa conoscenza sulle caratteristiche litotecniche, sulla continuità latero-verticale, sullo stato di addensamento e sulla valutazione dell'angolo di attrito interno e altri parametri geomeccanici, ricavabili attraverso delle correlazioni con l'indice di resistenza alla penetrazione.

La detta prova è stata eseguita mediante un penetrometro leggero di tipo italiano "PENNI 30", avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Peso maglio a caduta libera:

$$P = 30 \text{ Kg}$$

- Aste d'acciaio speciale con tacche di riferimento ogni 10 cm:

$$\phi = 2,2 \text{ cm} \quad L = 100 \text{ cm} \quad P = 2.9 \text{ Kg}$$

- Punta conica a perdere

$$\phi = 3.56 \text{ cm} \quad \beta = 60^\circ \quad S = 10 \text{ cm}^2$$

Altezza di caduta libera del maglio

$$h = 20 \text{ cm costanti.}$$

Tale prova consiste nel misurare il numero di colpi necessari per l'avanzamento nel terreno dello scandaglio penetrometrico per tratti di 10 cm.

$$\frac{N_{10}}{N_{spt}} \geq 0,95 \div 1,0 \quad \text{per} \quad 8 \leq N_{10} \leq 15$$

$$\frac{N_{10}}{N_{spt}} \geq 1,0 \div 1,2 \quad \text{per} \quad 15 \leq N_{10} \leq 30$$

Il fattore di conversione DP/SPT, adottato per i terreni in oggetto, fa riferimento a quelli prevalentemente granulari.

I parametri geotecnici misurabili per terreni incoerenti (componente sabbiosa o ghiaiosa dominante) attraverso le correlazioni dirette con i valori di N_p e N_I sono:

angolo di resistenza al taglio

densità relativa D_r

modulo di deformazione o modulo di Yang E_{50}

modulo dinamico di taglio G_0

Modulo di deformazione confinata (MO)

? ?

? ?

? ?

L'angolo di resistenza al taglio del materiale indagato può essere valutato attraverso due categorie di metodi: i metodi di correlazione diretta N_{spt} - e i metodi di correlazione indiretta. Tra i metodi di correlazione diretta N_{spt} - vanno considerati, in generale, più attendibili quelli che esprimono anche in funzione della pressione efficace s agente sullo strato.

Il metodo di correlazione diretta *SHIOI & FUKUNI Road Bridge Specification* (1982) è valido per tutti i tipi di suolo e si basa sulla seguente relazione:

$$(\phi) = \sqrt{15 \times N_{spt}} + 15$$

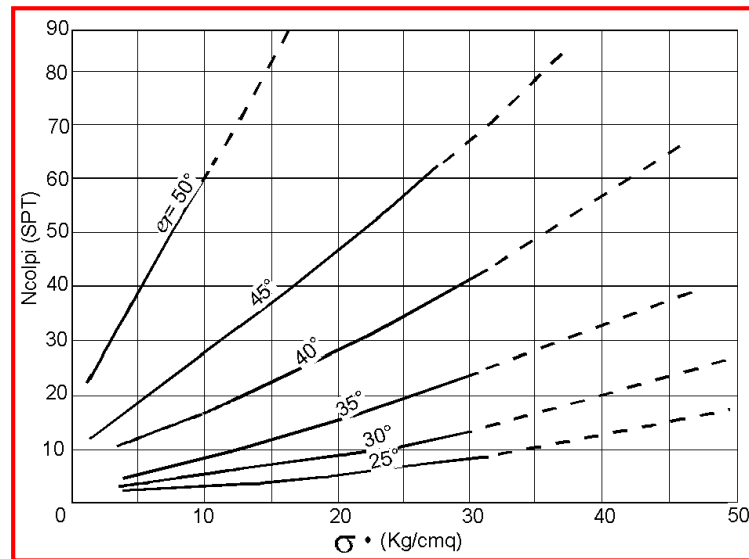
dove N_{spt} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

Anche il metodo *SHIOI & FUKUNI Japanese National Railway* (1982), valido per sabbie medie - grosse fino a sabbie le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità superiori a 8 - 10 m nel caso di terreni sopra falda e di 15 m per terreni immersi in falda ($s > 15-20$ t/mq). Esso si basa sulla seguente relazione:

$$\alpha(^{\circ}) = 0,3 \times N_{spt} + 27$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

Il metodo di correlazione diretta di *De Mello* (1971) è valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.),



Il metodo *Ohasaki e Iwasaki* (1973) è valido per sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose. Anche questo metodo trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8 - 10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda ($s > 15-20$ t/mq). Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\alpha(^{\circ}) = \sqrt{20 \times N_{spt}} + 15$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

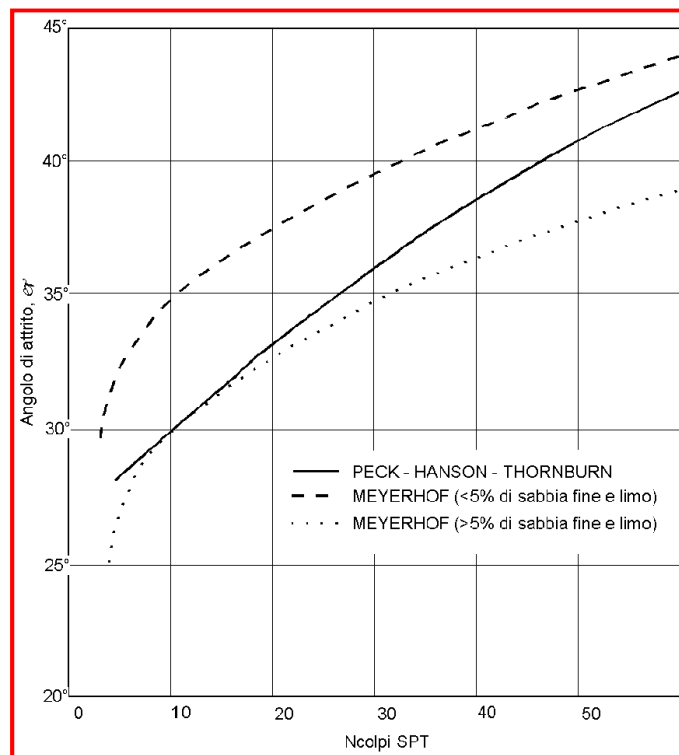
Il metodo di *Sowers* (1961) è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda ($s > 5-8$ t/mq). Il metodo di *Malcev* (1964) è invece valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). È da considerarsi inattendibile per valori di superiori a 38°



?

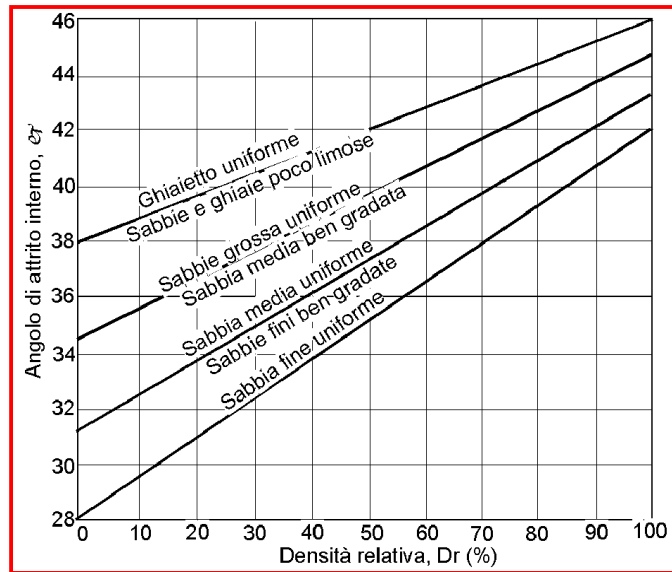
Il metodo di correlazione indiretta di *Schmertmann* correla con la densità relativa dello strato in funzione della sua litologia. Il metodo è valido per sabbie e ghiaie in genere. Facendo riferimento ad un altro parametro, affetto generalmente da errore non trascurabile, i valori di vengono ad essere quasi sempre sovrastimati.

La densità relativa viene valutata attraverso correlazioni applicabili solo nel caso di terreni prevalentemente sabbiosi. In presenza di depositi ghiaiosi si ottengono valori eccessivamente elevati e quindi a sfavore della sicurezza: in questo caso si adotta il valore più basso fra quelli calcolati con metodi differenti.

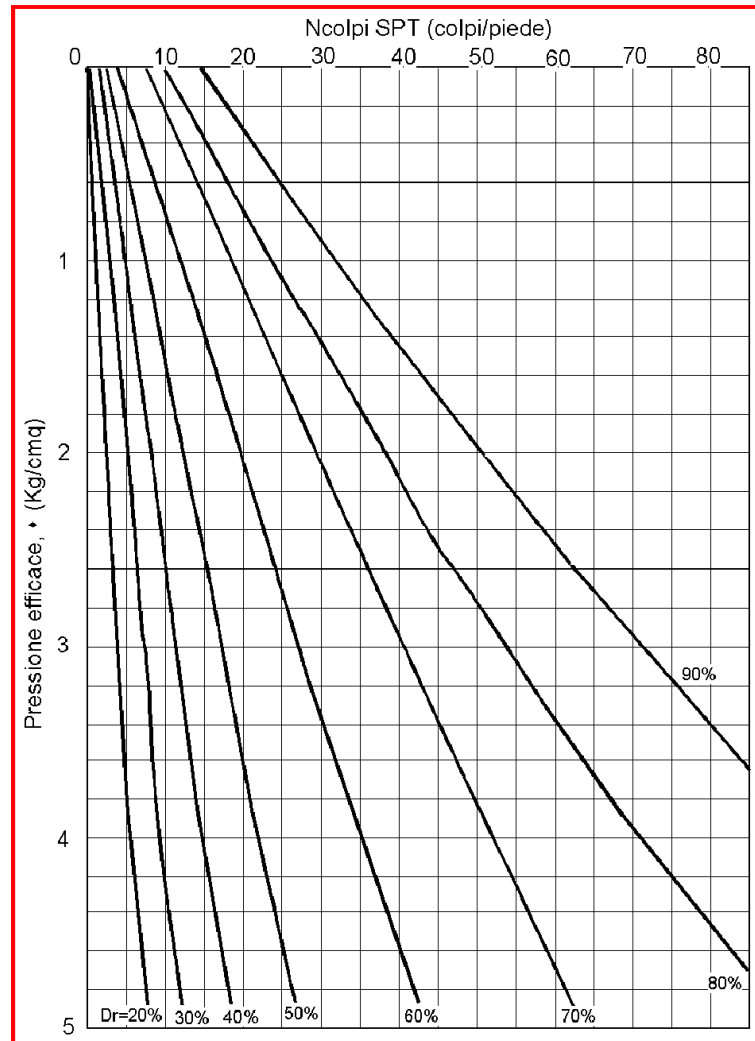


?

?



Il metodo di *Gibbs e Holtz* (1957) è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di D_r (%) viene sovrastimato, nel caso di depositi limosi viene sottostimato. Il metodo fornisce generalmente valori in eccesso rispetto agli altri, nei primi metri di approfondimento della prova.



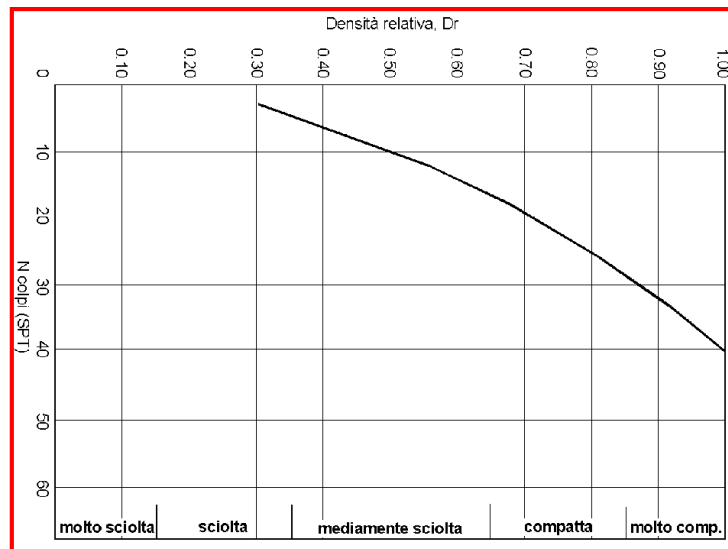
Il grafico sopra riportato è tratto dal libro "Terzaghi & Peck (1948) e riportato nella tabella che segue.

Mentre, per la descrizione qualitativa dello stato di addensamento è stato utilizzato il grafico ideato da Terzaghi & Peck (1948) e riportato nella tabella che segue.

Stato di addensamento	Indice di addensamento	
	Indice di addensamento	Indice di addensamento
Dr < 20%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
20% < Dr < 30%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
30% < Dr < 40%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
40% < Dr < 50%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
50% < Dr < 60%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
60% < Dr < 70%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
70% < Dr < 80%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
80% < Dr < 90%	Indice di addensamento	Indice di addensamento
Dr > 90%	Indice di addensamento	Indice di addensamento

Il grafico sopra riportato è tratto dal libro "Terzaghi & Peck (1948) e riportato nella tabella che segue.

Il metodo di *Schultze e Mezembach* (1961) è valido per le sabbie da fini a ghiaiose, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di D_r (%) viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.



Il metodo di *Skempton* è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di D_r (%) viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$D_r(\%) = \sqrt{\frac{60}{32 + 0,88xs}}$$

dove:

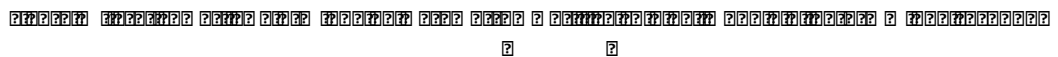
s = pressione efficace in kg/cmq

N_{spt} = numero di colpi medio nello strato

Il metodo di *Schmertmann* è valido per le sabbie in genere. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di con la profondità.

$$E(\text{Kg/cm}^2) = 2x B x N_{spt}$$

B	litologia
2	argilla limosa o sabbiosa
3	limo sabbioso
4	sabbia fine
5	sabbia medio fine
8	sabbia medio grossolana
10	sabbia grossolana
8-18	sabbia ghiaiosa
12-18	ghiaia sabbiosa



Il metodo è stato ideato per le prove penetrometriche statiche ed il suo impiego, nel caso di SPT, è possibile solo correlando R_p (resistenza alla punta del penetrometro statico) con N_{spt} , ricavando il parametro B dalla tabella.

Il metodo di *Terzaghi* è valido per sabbia+ghiaia e sabbia pulita. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità. Il metodo si basa sulla seguente relazione:

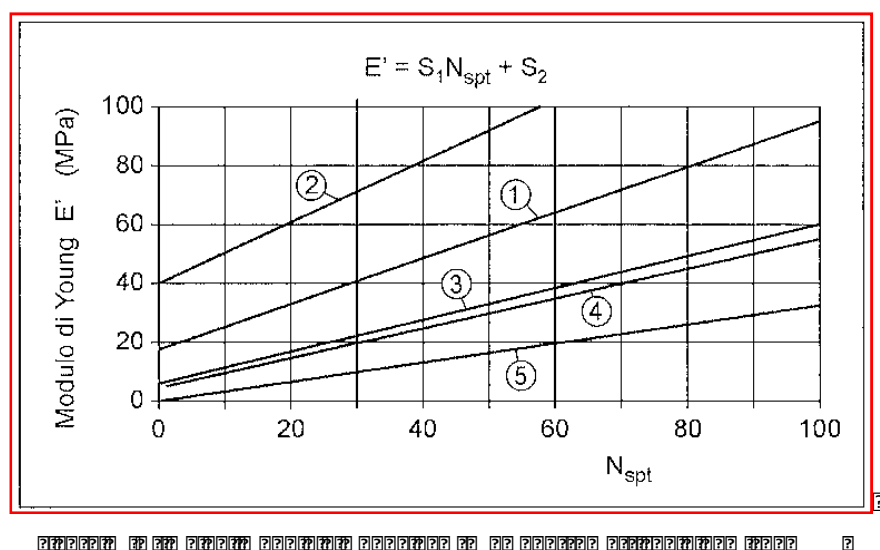
$$E(\text{MPa}) = Bx\sqrt{N_{spt}}$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre B è una costante pari a 7 Mpa.

La relazione va considerata inattendibile per N_{spt} molto bassi o molto alti. Nel primo caso risulta eccessivamente elevato, nel secondo caso eccessivamente basso.

Il terzo metodo per ricavare il modulo di deformazione non confinato è quello di Denver (1982), valido per sabbia+ghiaia fino a sabbie ricche in fine plastico. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità. In genere è il metodo più attendibile fra quelli proposti in letteratura.

Per la stima del modulo vengono prese in considerazione le correlazioni più note ed usate in letteratura, attraverso una serie di curve legate a varie litologie e relative a vari autori, come meglio riportato nella Figura successiva.



Le varie curve sono espresse dalla seguente relazione lineare:

$$E' = S_1 N_{spt} + S_2$$

dove S_1 e S_2 sono costanti che assumono valori in funzione della granulometria e della litologia e sono riportate nella successiva tabella, con il riferimento, anche, ai vari Autori.

Curva	S_1 (MPa)	S_2 (MPa)	Note	Riferimento
	0,756	18,75	Sabbia e ghiaia NC	D'Appollonia <i>et al.</i> (1970)
	1,043	36,79	Sabbia SC	D'Appollonia <i>et al.</i> (1970)
	0,517	7,46	(tiene conto delle tensioni efficace)	Schultze & Menzenbach (1961)
	0,478	7,17	Sabbia satura	Webb (1970)
	0,316	1,58	Sabbia argillosa	Webb (1970)

Il parametro G_0 (per basse deformazioni) può essere calcolato secondo i seguenti metodi i quali, vista la non trascurabile dispersione dei dati, vanno applicati con prudenza e solo per stime di primo riferimento.

Il metodo di *Ohsaki e Iwasaki*, valido per le sabbie pulite o con fine plastico (limo o argilla), si basa sulla seguente relazione:

$$G_0(t/mq) = axN_{spt}^b$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre a e b sono costanti dipendenti dalla granulometria del deposito secondo lo schema:

a	b	granulometria
650	0,94	sabbie pulite
1182	0,76	sabbie con fine plastico

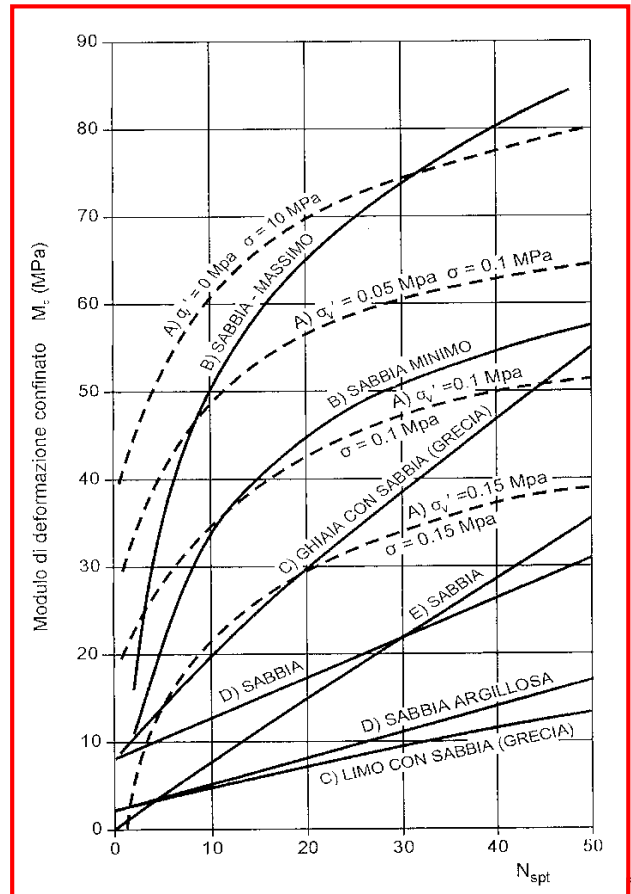
Il metodo di *Ohsaki e Iwasaki* applicato ai limi plastici e alle argille prevede $a = 1400$ e $b = 0,78$.

Il modulo di taglio dinamico G_0 è stato determinato sia con il metodo di *Ohta e Goto* (1978) che con quello di *Yoshido*.

Per la valutazione del Modulo dinamico di taglio (G_0), è utile utilizzare il metodo proposto da *Ohta Goto* (1978), che ricava dapprima la velocità delle onde di taglio

(M_o)

Per quanto riguarda il modulo di deformazione confinata (M_o) le correlazioni proposte dai diversi autori, tengono conto sia delle diverse granulometrie sia delle varie pressioni litostatiche.



Qui di seguito si riportano gli autori delle varie correlazioni:

- A) Correlazioni Schultze & Mezenbach (1965)
- B) Correlazione di Trofimenokov (1974)
- C) Correlazioni di Begemann (1974)
- D) Correlazioni di Webb (1969)
- E) Correlazione di Farrent (1963)

materiale eluvio – detritico / terreno di riporto;
Metamorfiti di medio e alto grado.

Terreno di riporto e coltre detritica; lo spessore massimo di questo detrito è pari a circa 2 metri; nello specifico si tratta di materiali costituiti da e sabbie ghiaie in matrice limosa da scarsamente addensate a mediamente addensate.

Dell'esame visivo, delle proprietà granulometriche del primo strato è possibile ascriverlo, nel sistema unificato di classificazione delle terre "*USCS*", nella categoria dei terreni contrassegnati con la sigla **GW** (Ghiaie pulite con granulometria ben assortita miscele di ghiaia e sabbia), in quanto si tratta di materiali a granulometria varia, con prevalenza di ghiaia e sabbia grossolana con matrice limoso – sabbiosa.

TERRENI A GRANA GROSSA					
passante al setaccio n. 200 > 50%	Tritannuto al setaccio n. 200 > 50%				
% Ghiaia > % Sabbia Tritannuto al setaccio n. 4 > 50%	pass. 200 < 5%	Cu ≥ 4 e 1 < Cc < 3	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita miscele di ghiaia e sabbia	
		Cu ≥ 4 e/o Cc > 3	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita miscele di ghiaia e sabbia	
	5% < pass. 200 < 12%	Cu ≥ 4 e/o 1 < Cc < 3	% fine ML o MI	GW-GM	Ghiaia limosa ben assortita
			% fine CL o CH	GW-GC	Ghiaia argillosa ben assortita
		Cu < 4 e/o Cc > 3	% fine ML o MH	GP-GM	Ghiaia limosa poco assortita
			% fine CL o CH	GP-GC	Ghiaia argillosa poco assortita
	pass. 200 > 12%	% fine ML o MH	GM	Ghiaia limosa, miscele di ghiaia sabbia e limo	
		% fine M e C	GC-GM	Ghiaia limosa e argillosa	
		% fine CL o CH	GC	Ghiaie argillose, miscele di ghiaia, sabbia e argilla	
					Sabbie pulite con granulometria ben assortita sabbie ghiaiose
% Sabbia % Ghiaia Passante al setaccio n. 4 > 50%	pass. 200 < 5%	Cu ≥ 6 e 1 < Cc < 3	SW	Sabbie pulite con granulometria ben assortita miscele di ghiaia e sabbia	
		Cu < 6 e/o Cc > 3	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita miscele di ghiaia e sabbia	
	5% < pass. 200 < 12%	Cu ≥ 6 e 1 < Cc < 3	% fine ML o MH	SW-SM	Sabbia limosa ben assortita
			% fine CL o CH	SW-SC	Sabbia argillosa ben assortita
		Cu < 6 e/o Cc > 3	% fine ML o WI	SP-SM	Sabbia limosa poco assortita
			% fine CL o CH	SP-SC	Sabbia argillosa poco assortita
	pass. 200 > 12%	% fine ML o MH	SM	Sabbie limose miscele di sabbia e limo	
		% fine M e C	SC-SM	Sabbie limose e argillose	
		% fine CL o CH	SC	Sabbia argillosa miscele di sabbia e argilla	
Passante al setaccio n. 200 ≥ 50 %	w ₁ < 50 %	Inorganico	Ip > 7 sopra Linea A	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità
			4 < Ip < 7 sopra Linea A	CL-ML	Argilla limosa o limo argilloso di bassa plasticità
	w ₁ ≥ 50 %	Inorganico	Ip < 4 sotto Linea A	ML	Limi inorganici, limi argillosi di bassa plasticità
				OH	Argille organiche di medio alta plasticità, limi organici
			sopra Linea A	CH	Argille inorganiche di elevata plasticità
		Organico w ₁ (essiccato)/ w ₁ (naturale)	sotto Linea A	MH	Limi inorganici
				OL	Limi organici argille limose organiche di bassa plasticità

[illegible]

medie (DPM); per un miglior approfondimento si rimanda ai relativi elaborati allegati.

□□ □ □ □											
□ □	□ □	□		□	□ □ □			" □	□		□
□□	□	□ □ □									
□	□□	□ □	□	□ □	□ □	□	□	□	□ □	□	□

□□ □ □ □											
□ □	□ □	□		□	□ □ □			" □	□		□
□□	□	□ □ □									
□	□	□ □	□	□ □	□ □	□	□	□	□ □ □	□	□□

Nell'area, le strutture trascorrenti principali possiedono un decorso circa NNE-SSO/NE-SO e NO-SE; il primo possiede inoltre un verso sinistro del movimento mentre il secondo un verso destro. Le strutture di ordine minore riconosciute, oltre ai predetti picchi di frequenza, assumono orientazioni lungo le direttrici O-E e versi di movimento statisticamente costanti all'interno di ciascun picco di frequenza, ad indicare la presenza di strutture di tipo Riedel shears sintetiche ed antitetiche (*cfr.* Logan et al., 1979 e Swanson, 1988-1989 per una completa terminologia delle strutture associate alle zone di taglio) associate alle faglie trascorrenti neotettoniche principali.

[illegible]

Al contrario, le superfici di clivaggio mioceniche sono mediamente vicine o molto vicine ed hanno una bassa persistenza. Il loro andamento è sub-planare, con superfici lisce, chiuse e poco alterate.


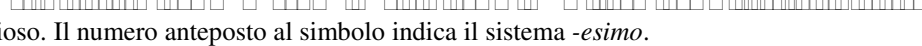
Le faglie possiedono mediamente una spaziatura da lontana a molto lontana ed una persistenza molto alta. Le superfici sono sub-planari e più raramente ondulate, presentano striature ed un grado di alterazione variabile in relazione all'apertura delle pareti.

Così come per le superfici di clivaggio di frattura, le faglie neotettoniche possiedono a tratti una notevole apertura delle pareti, il cui volume è stato in parte colmato o dai prodotti di precipitazione chimica ad opera delle acque percolanti o dai depositi residuali.

Infine, la foliazione, laddove riconoscibile, possiede una spaziatura generalmente molto distante ed il suo decorso evidenzia un sistema di piegamento con andamento assiale variabile, confinato o interrotto e ruotato dai fasci di faglie neotettoniche.

Nel presente schema è stato sintetizzato il rilievo mesostrutturale, effettuato nell'area prossima al sito di progetto.

STAZIONE MESOSTRUTTURALE: SCISTI $\Sigma_i = 60 = [\text{classe III}] \quad c \text{ (5 x BMR)} = 2,55 \text{ kPa}; \quad \alpha \text{ (5 + BMR/2)} = 30^\circ$									
SPAZIATURA (X_r scanline)	pros- sime (0-2 cm)	molto vi- cine (2-6 cm)	vicine (6-20 cm)	distanti (20-60 cm)		molto di- stanti (60-200 cm)	lontane (200-600 cm)	molto lontane (> 600 cm)	
			1			1,3		2	
PERSISTENZA	molto bassa (0-1 m)		bassa (1-3 m)		media (3-10 m)		alta (10-20 m)		molto alta (> 20 m)
	1		3		1		2		
SCABREZZA	piano (JRC \cong 0-8)			ondulato (JRC \cong 9-15)			a gradini (JRC \cong 16-20)		
	striato (IX)	liscio (VIII)	scabro (VII)	striato (VI)	liscio (V)	scabro (IV)	striato (III)	li- scio (II)	scabro (I)
	1		1			1,2,3			1
GRADO DI ALTERAZIONE	integra (I) ($R_6 > 250$ MPa)	debolmente al- terata (II) ($100 < R_5 < 250$ MPa)		media- mente alte- rata (III) ($50 < R_4 < 100$ MPa)		molto alta (IV) ($25 < R_3 < 50$ MPa)		completa- mente alte- rata (V) ($5 < R_2 < 25n$ MPa)	suolo residuale (VI) ($1 < R_1 < 5\text{MPa}$)
		1		2,3					
APERTURA	chiuse (0-0,5 mm)			beanti (0,5-10 mm)			aperte (10-1000 mm)		
	1			1,2,3					
RIEMPIMENTO CIRCOLAZIONE IDRICA	1,2								
	asciutta			umida			satura		
	1,2								
TIPO DI AMMASSO	massiccio	a blocchi $a \cong b \cong c$		lastriforme $a \ll b \cong c$		colonnare $a \cong b \ll c$		irregolare $a \neq b \neq c$	fratturato $a \neq b \neq c$
								*	
RESISTENZA DELLA ROCCIA INTEGRA	molto alta > 250 MPa	alta 100-250 MPa		media 50-100 MPa		moderata 25-50 MPa		bassa 5-25 MPa	molto bassa 1-5 MPa
						*			
RQD% $100 \times \frac{X_r(\geq 0.1\text{m})}{\text{scanline}}$	eccellente 90%-100%		buona 75%-90%		media 50%-75%		bassa 25%-50%		molto bassa < 25%
					*				
TIPOLOGIA DEI POTENZIALI MOVIMENTI	ribaltamento			scorrimento trasla- tivo/crollo			crollo		
				*					

LEGENDA:  stilolite;  ammasso roccioso. Il numero anteposto al simbolo indica il sistema -esimo.

2

Per quel che concerne la caratterizzazione geomeccanica del corpo metamorfico fessurato è stata utilizzata la classificazione di Bieniawski nota come "Rock Mass Rating (RMR) System".

Tale classificazione permette di ricavare la coesione, l'angolo di attrito interno e il modulo di deformazione, dopo aver ricavato l'indice di qualità della roccia RMR di base (BRMR);

L'indice BRMR è la somma di sei parametri (R_{1-6}), dove:

R_1 = resistenza a compressione uniassiale (kN/m^2);

$R_2 = \text{RQD secondo Barton et al. (1974)}$

R_3 = spaziatura delle discontinuità;

R_4 = condizioni delle discontinuità:

R_5 = condizioni idrauliche;

R_6 = orientamento delle discontinuità rispetto al versante.

I coefficienti numerici che vengono assegnati ai vari parametri sono indicati nelle tabelle seguenti:

[illegible]

Il parametro R_1 (resistenza a compressione uniassiale) è stato ricavato effettuando varie misure con lo sclerometro per roccia (**Martello di Schmidt**), sia lungo i piani di frattura sia direttamente sulle carote estratte dai due sondaggi.

Il parametro $R_2 = RQD$ (*Rock Quality Designation*) è stato calcolato come recupero percentuale di carotaggio riferito alla somma degli spezzoni di carota con lunghezza maggiore o uguale a 100 mm.

I parametri R_3 , R_5 e R_6 sono stati desunti dal campionamento mesostrutturale, relativo ai vari giunti; infine, il parametro R_4 è stato ricavato mediante l'utilizzo di un profilometro, noto come *pettine di Barton*, il quale premuto sulla parete dei vari giunti, ha permesso di ricavare i profili di rugosità che raffrontati con dei profili standard, indicati da Barton, consente di ricavare il coefficiente di rugosità JRC (*Joint Roughness Coefficient*).

La sommatoria dei precedenti parametri consente di ricavare l'indice BRMR

$$BRMR = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$$

Questo indice consente di ottenere, con le seguenti relazioni proposte da Bienawski, i parametri principali dell'ammasso roccioso:

$$\text{coesione } c = 5 \cdot BRMR \text{ (KPa)}$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 5 + BRMR/2 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\text{modulo di deformazione } E$$

$$\text{- per } RMR < 50 \quad E_d \text{ (GPa)} = 10^{(RMR - 10)/40}$$

$$\text{- per } RMR > 50 \quad E_d \text{ (GPa)} = 2 \cdot RMR - 100$$

Il campionamento mesostrutturale effettuato con la bussola, e con l'ausilio dello sclerometro per roccia e del pettine di Barton, unite ad un attento rilievo di superficie e alle analisi delle carote, provenienti dai due sondaggi meccanici, ha permesso di dedurre i seguenti parametri;

$$BRMR = 4 + 8 + 5 + 20 + 7 + 6 = 50$$

Pertanto: L'ammasso roccioso appartiene alla

Classe III – Discreto

$$\text{coesione } c = 5 \cdot BRMR \text{ (KPa)} = 250 \text{ KPa} = 2,55 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 5 + BRMR/2 \text{ (}^\circ\text{)} = 30^\circ$$

$$\text{modulo di deformazione } E \text{ (GPa)} = 10^{(RMR - 10)/40} = 10 \text{ GPa}$$

Il peso di volume naturale assegnato è pari a

$$\gamma_v = 1,90 - 2,0 \text{ Kg/cm}^3$$

$V_{s,eq}$ “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”	Categoria di sottosuolo “B”	
	MASW 1 = 511,00 m/s	
	MASW 3 = 435,00 m/s	
	MASW 3 = 520,00 m/s	
	HVSr 1 = 502,88 m/s	
Categoria topografica	T3	
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEL SOTTOSUOLO DI PROGETTO		
Terreno di riporto / Coltre detritica (Strato 1) Da metri 0,00 a metri 3,50	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Peso dell'unità di volume	' (t/m ³)	1,50 ÷ 1,60
Peso dell'unità di volume saturo	s (t/m ³)	1,90 ÷ 1,95
Angolo d'attrito	(°)	28° ÷ 29°
Coesione drenata	C' (kg/cm ²)	0,00
Coesione non drenata	C _u (kg/cm ²)	0,00
Modulo Edometrico	M _o (kg/cm ²)	50
Modulo Elastico	Ed (kg/cm ²)	140
Modulo di Poisson	P	0,33
Modulo di Taglio	G (kg/cm ²)	700
Metamorfiti di medio e alto grado metamorfico - (Strato 2) Da 2,00 metri in poi	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Peso dell'unità di volume	' (t/m ³)	1,80 ÷ 1,85
Peso dell'unità di volume saturo	s (t/m ³)	2,00 ÷ 2,05
Angolo d'attrito	(°)	30° ÷ 32°
Coesione drenata	C' (kg/cm ²)	2,55
Coesione non drenata	C _u (kg/cm ²)	2,55
Modulo Edometrico	M _o (kg/cm ²)	100
Modulo Elastico	Ed (kg/cm ²)	200
Modulo di Poisson	P	0,32
Modulo di Taglio	G (kg/cm ²)	1.100

?? ?? ???? ? ???? ? ? ? ?

Dall'osservazione delle diverse condizioni geologiche, morfologiche, litologiche, idrogeologiche, ed in rapporto alle finalità progettuali, si ritiene di poter trarre le seguenti considerazioni conclusive:

Il sito in oggetto, dal punto di vista litologico, è caratterizzato da una coltre detritica a spessore variabile e da un substrato litoide Metamorfico.

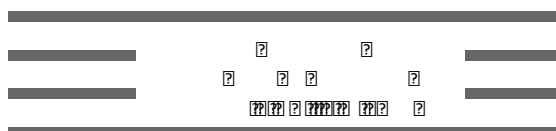
Le caratteristiche portanti del sedime di fondazione sono favorevoli alla realizzazione dell'opera.

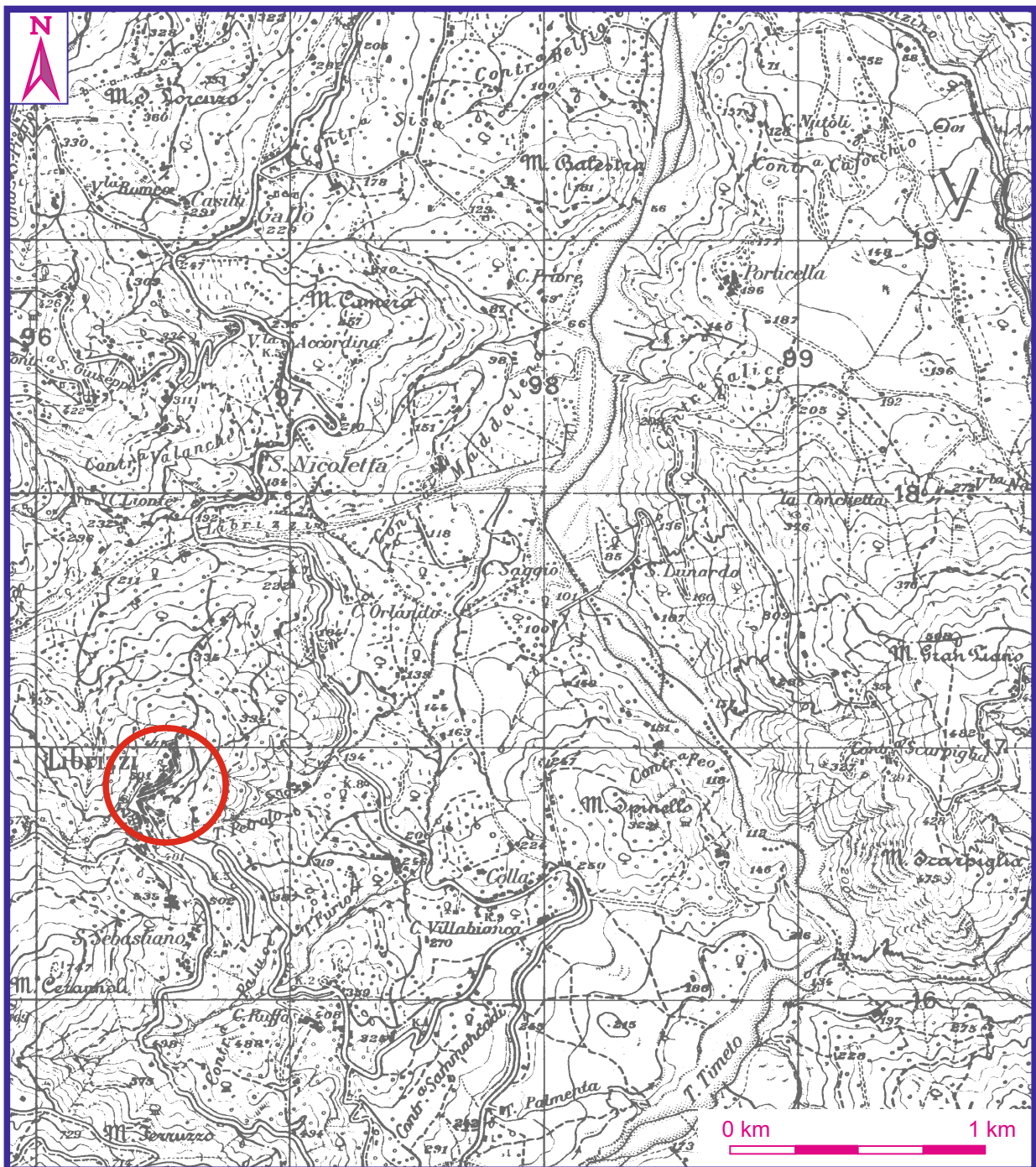
Dall'esame delle carte tematiche del PAI "Carte dei Dissesti" e le "Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico" allegate al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) "**BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE TIMETO (012)**"; emerge che il sito in studio e le aree limitrofe ricadono parzialmente in aree a pericolosità e rischio idrogeologico; difatti Piazza Catena e i quartieri Forgia Superiore, Forgia Inferiore e Petrolo, è presente un'unica frana complessa attiva, identificata con la sigla 012-5LI-033; tale l'area risulta a pericolosità elevata (P3) ed i quartieri del centro abitato (E4) di Librizzi ed i tratti della S.P. n° 126 (considerata come via di fuga-E3) sono a rischio molto elevato (R4), mentre risultano a rischio elevato (R3) i tratti delle strade comunali (E2), ed a rischio medio (R2) le case sparse (E1).

La categoria di sottosuolo, in riferimento all'Ordinanza Ministeriale n. 3274 e s.m.i, D.M. 14.09.2005 e D.M. 14.01.2008, è di **Tipo B**, in quanto le velocità delle onde di taglio $V_{s,eq}$ sono compresi tra 380 m/s e 800 m/s.

La categoria topografica è di tipo **T3**, in quanto, il versante in studio ha un'inclinazione media con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15°

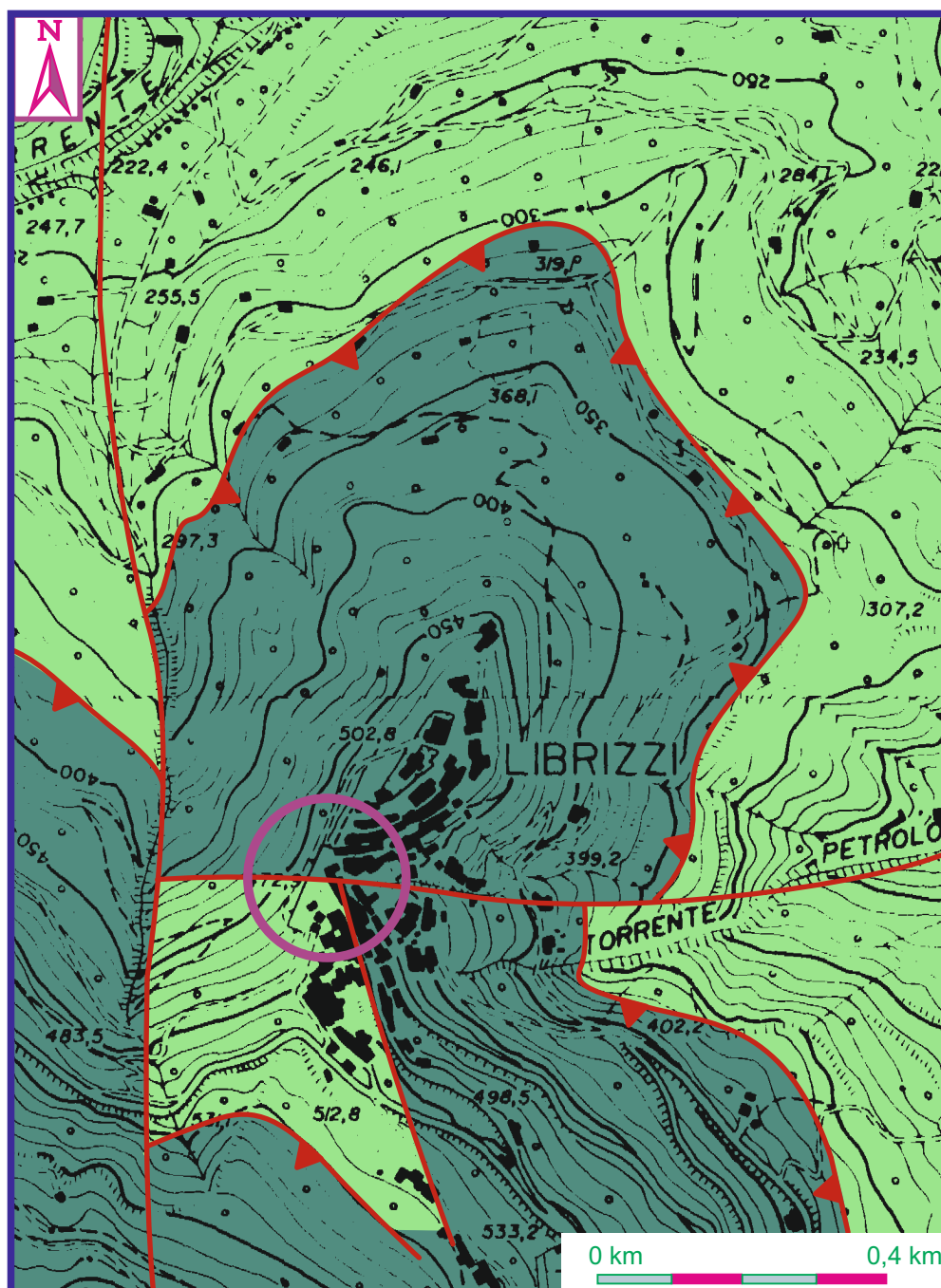
i 30° , di conseguenza, il coefficiente di amplificazione topografica S_T sarà pari a **1,20**.





CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10.000














Stralcio PAI - Carta dei dissesti - Scala 1:10.000





CTR 599120 - «San Piero Patti»


LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

-  Crollo e/o ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

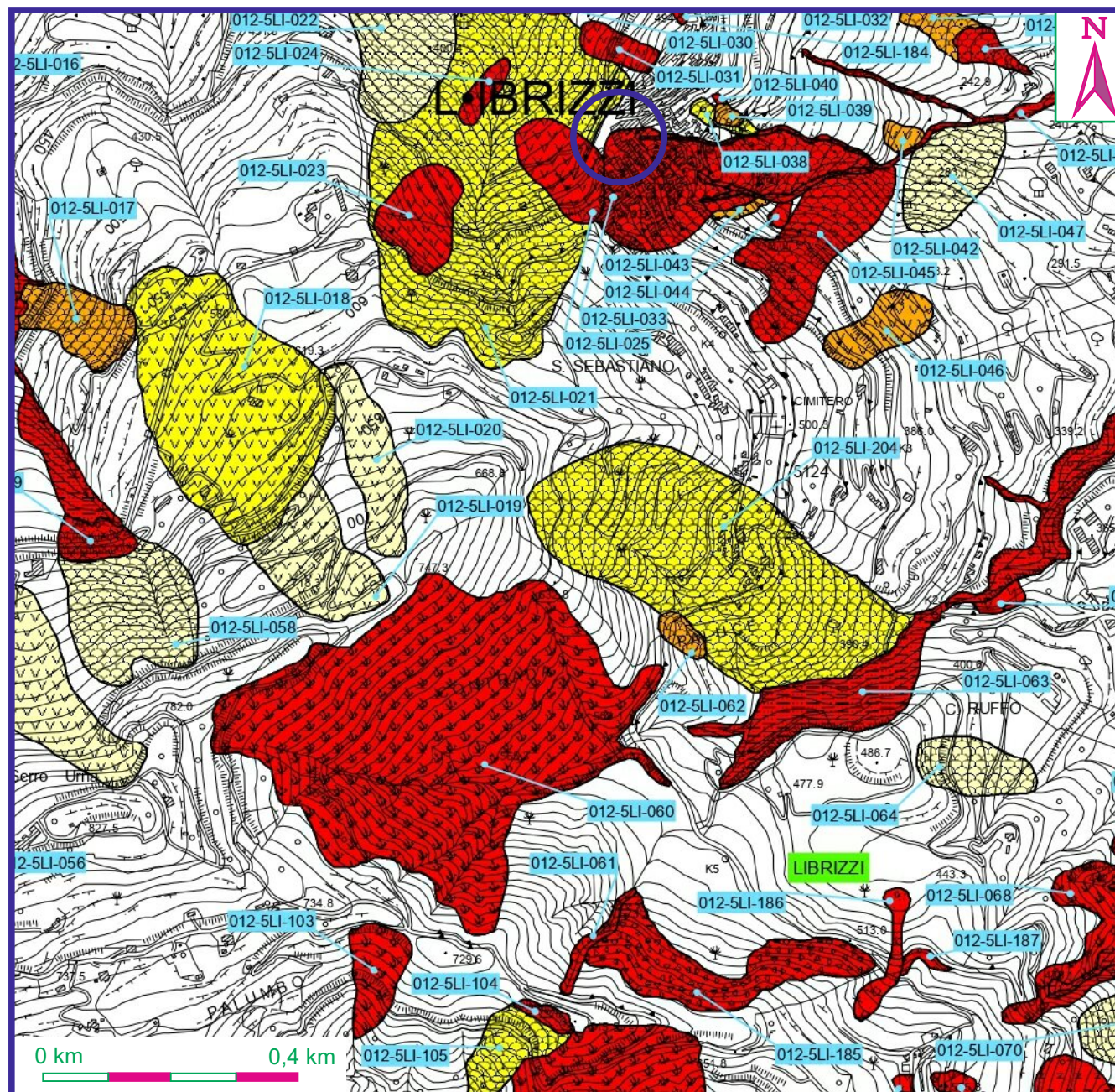
STATO DI ATTIVITA'

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

 Limite bacino idrografico

 Limite comunale

 Settore in studio

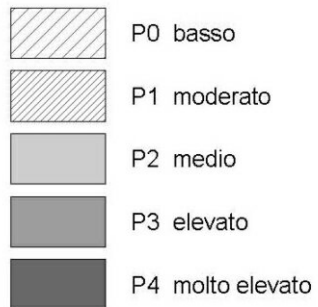


Stralcio PAI - Carta della pericolosità e Rischio - Scala 1:10.000

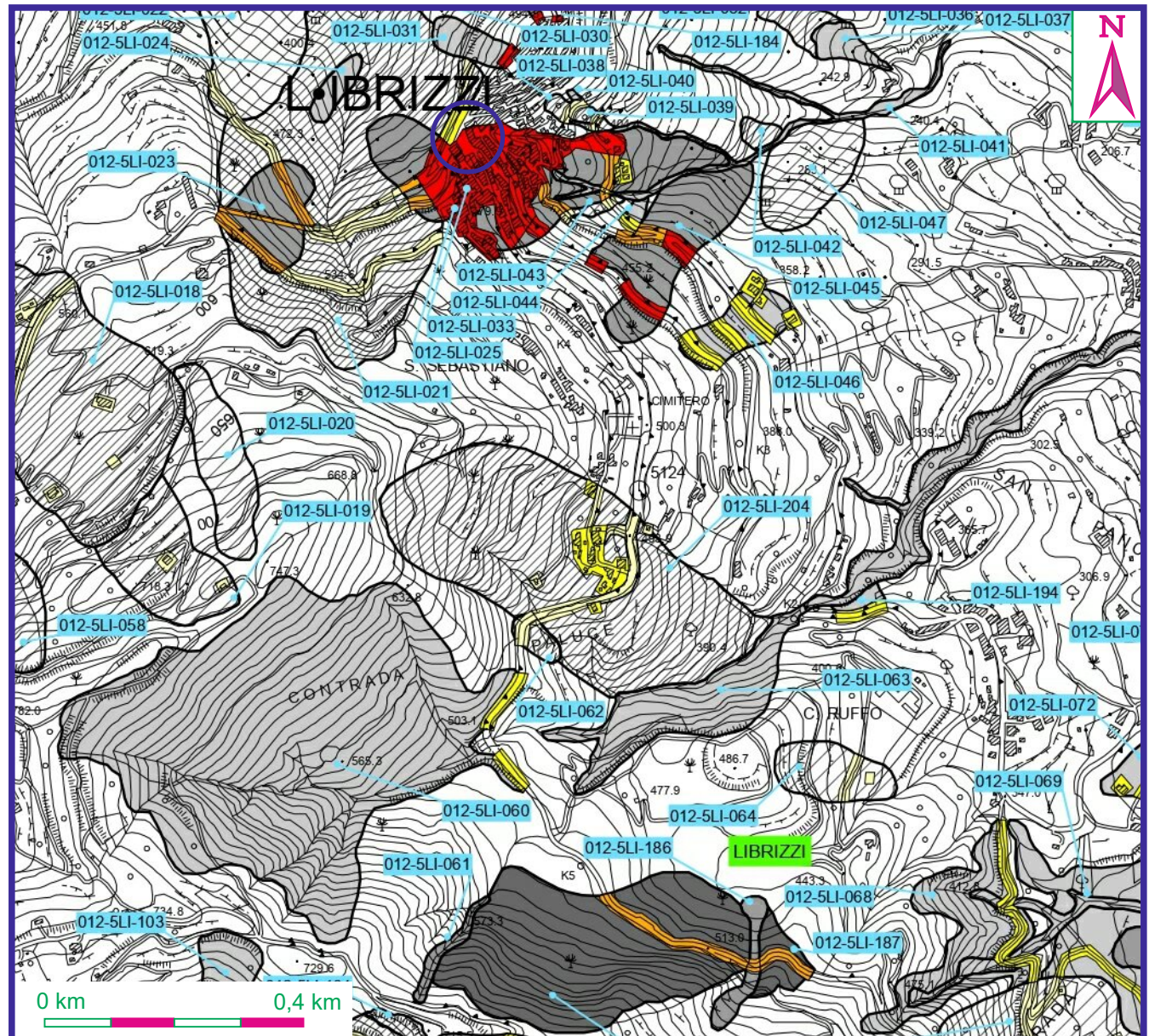
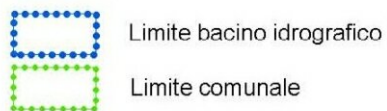
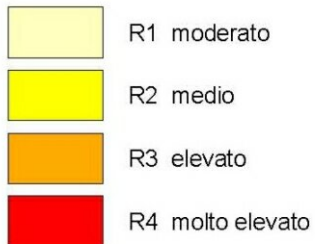
CTR 599120 - «San Piero Patti»

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'



LIVELLI DI RISCHIO



UBICAZIONE INDAGINI 1:500



SR Sondaggio Sismico a Rifrazione con interpretazione tomografica
MW Sondaggio sismico con metodologia MASW



HVSR Sondaggio sismico tipo «Nakamura»



DPM Prova penetrometrica dinamica media

