

Attuazione dell'Articolo 11 della Legge 24 giugno 2009, n.77

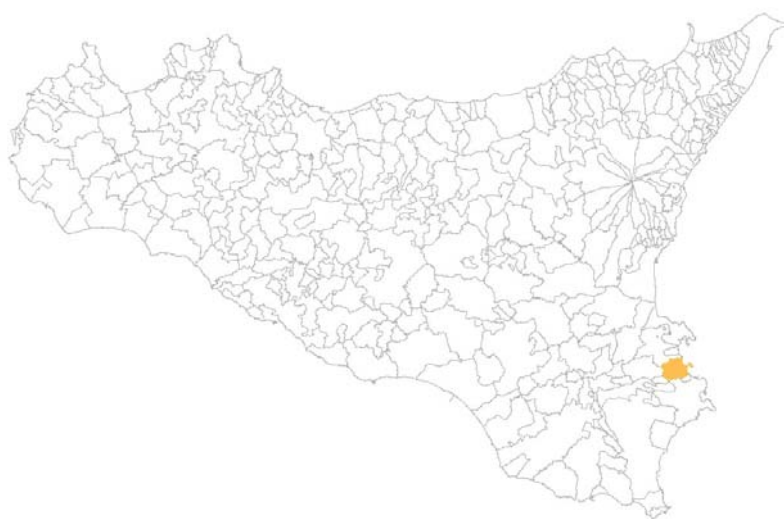
MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

MS Livello 1

Regione Sicilia

Comune di Priolo Gargallo



Convenzione in data 20/12/2011 tra il Dipartimento Regionale della Protezione Civile e l'Università degli Studi di Messina: *Indagini di Microzonazione sismica di Livello I in diversi Comuni della Regione Sicilia ai sensi dell'OPCM 3907/2010*

<p>Contraente: Regione Siciliana – Presidenza Dipartimento della Protezione Civile</p> 	<p>Soggetto realizzatore: Università degli Studi di Messina C.A.R.E.C.I. – Centro Attrazione Risorse Esterne e Creazione d'Impresa</p> 	<p>Data: Gennaio 2013</p>
--	--	-------------------------------



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Sommario

1	INTRODUZIONE	7
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	13
3	CENSIMENTO DATI	15
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	16
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica	16
4.2	Idrografia	19
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale	20
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata	28
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata	28
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti	33
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti	35
5	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO	41
5.1	Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale	42
5.2	Strutture sismogenetiche e faglie attive	55
5.3	Sismicità storica del comune di Priolo Gargallo	58
6	METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI	63
7	ELABORATI CARTOGRAFICI	67



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8	GEOGNOSTICA E GEOFISICA.....	75
8.1	Strumentazione utilizzata	75
8.2	Processing dei dati	76
8.3	Il Rumore sismico	77
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	79
8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	81
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti	84
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico	87
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti	102
9	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) ..	103
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	106
10	INDICAZIONI CONCLUSIVE	120
11	BIBLIOGRAFIA.....	122
12	ALLEGATI.....	127

Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area	8
Figura 2 - Corografia dell'area.....	14
Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche	18
Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampese Ibleo (da Lentini et al., 1984)	22
Figura 5 - Schema della distribuzione delle facies cretacico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altopiano calcareo s.s. (da Carbone <i>et al.</i> , 1986, modificato)	26



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici.....	34
Figura 7 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido	36
Figura 8 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura.....	37
Figura 9 - Carta geologico tecnica.....	40
Figura 10 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011)	43
Figura 11 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011)	44
Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011)	45
Figura 13 - Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985).....	47
Figura 14 - Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	49
Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	50
Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	50
Figura 17 - Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985).....	52
Figura 18 - Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari <i>et al.</i> , 1984).....	55
Figura 19 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of IndividualSeismogenicSources (Basili <i>et al.</i> , 2008)	56
Figura 20 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011).....	57



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Figura 21 - Grafico della storia sismica di Priolo Gargallo (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011)	60
Figura 22 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi	61
Figura 23 - Comune di Priolo Gargallo: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)..	81
Figura 24 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Priolo Gargallo	84
Figura 25 - Carta delle frequenze nel Comune di Priolo Gargallo	86
Figura 26 - Profilo A-A'	87
Figura 27 - Profilo B-B'	87
Figura 28 – Zone “tipo” per la stima del bedrock geofisico	91
Figura 29 - Zona stabile.....	104
Figura 30 - Zona suscettibile di instabilità	105
Figura 31 - Zone suscettibili di amplificazioni locali	107
Figura 32 - Zona 1	108
Figura 33 - Sezione stratigrafica Zona 1	109
Figura 34 - Zona 2	110
Figura 35 - Colonna stratigrafica Zona 2	111
Figura 36 - Zona 3.....	112
Figura 37 - Colonna stratigrafica Zona 3	113
Figura 38 - Zona 4.....	114
Figura 39 - Colonna stratigrafica Zona 4	115



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Figura 40 - Colonna stratigrafica Zona 5	117
Figura 41 - Localizzazione delle sezioni topografiche della Zona 6	118
Figura 42 – Sezioni topografiche Zona 6	120

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati.....	34
Tabella 2 - Compendio della classificazione litologica	39
Tabella 3 - Storia sismica del comune di Priolo Gargallo (DBMI11 Locati <i>et al.</i> , 2011); I_s è l'intensità macrosismica risentita (MCS); A_x l'area epicentrale; N_p è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; I_0 è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); M_w è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima	59
Tabella 4 - Valori di PGA stimati per il comune di Priolo Gargallo per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV erisultano riferiti a suoli rigidi.....	62
Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico	78
Tabella 6 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione.....	82
Tabella 7 - Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo.....	83
Tabella 8 – Elenco delle Indagini MASW e relative velocità delle onde S misurate	89
Tabella 9 – Elenco indagini MASW che misurano $V_s > 800$ m/s.....	90
Tabella 10.....	92
Tabella 11	93



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Tabella 12.....	93
Tabella 13.....	95
Tabella 14.....	95
Tabella 15.....	97
Tabella 16.....	98
Tabella 17.....	98
Tabella 18.....	100
Tabella 19.....	100



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'attuazione dell'Art. 11 del Decreto Legge 28/04/2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009 n. 77 - Interventi di prevenzione del rischio sismico – Finanziamenti per indagini di Microzonazione Sismica, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha sottoscritto tre distinte convenzioni, identiche nella sostanza, con le Università Siciliane.

La finalità delle convenzioni è lo svolgimento delle INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1 IN DIVERSI COMUNI DELLA REGIONE SICILIA, SECONDO LE SPECIFICHE E LE CONDIZIONI STABILITE DALL'OPCM N. 3907/2010

Le Università Siciliane, in questa prima fase di lavoro dovranno curare la micro zonazione sismica di 58 comuni individuati dal DRPC. Nello specifico l'Università degli Studi di Messina deve curare la micro zonazione sismica dei comuni elencati nell'Allegato A dell'ART. 1 della Convenzione.

La presente relazione illustrativa riguarda il territorio comunale di Priolo Gargallo in Provincia di Siracusa (Figura 1).



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

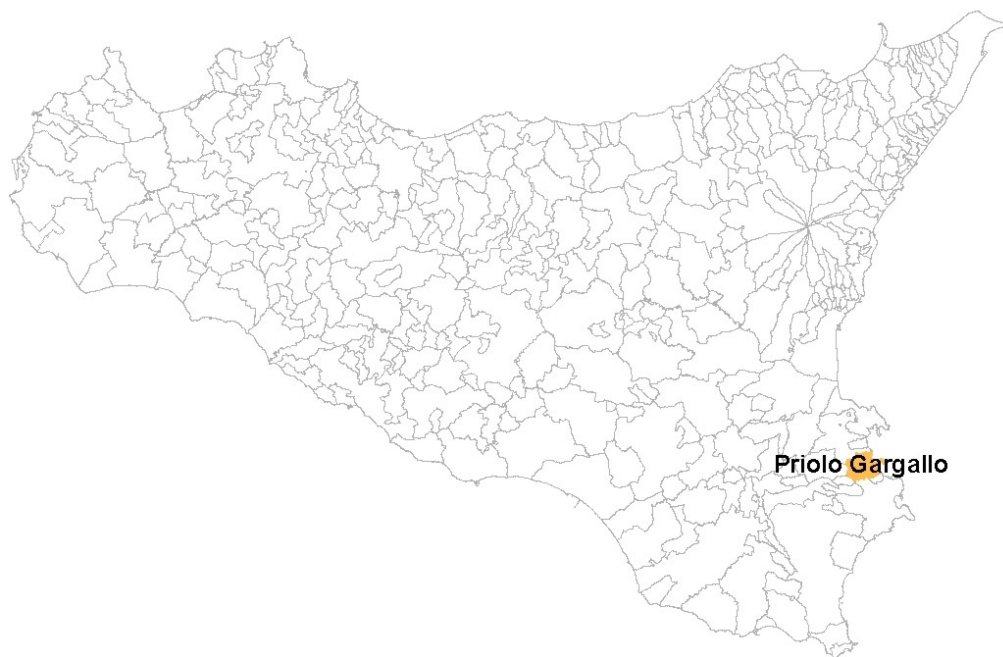


Figura 1 – Individuazione geografica dell'area

Il programma delle attività di cui alla convenzione è riportato nell' ART. 2 - PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ ed articolato secondo quanto descritto nell' Allegato B nel quale, fra l'altro, sono riportati gli obiettivi da perseguire e gli elaborati finali che dovranno essere prodotti per ciascun Comune.

L'ALLEGATO B nello specifico recita:

"Studio geologico - tecnico ai fini della microzonazione sismica di livello 1 secondo le specifiche e le condizioni stabilite dall'OPCM 3907/2010" - PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO OGGETTO DELLA PRESENTE CONVENZIONE.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Finalità:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
- Definire il tipo di effetti attesi;
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- Definire il modello geologico, in termini di caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo che costituirà la base per la microzonazione sismica.

Elaborati da produrre per ciascun Comune oggetto di studio, al momento della consegna dei risultati:

- 1) *Carta delle indagini*: in questo elaborato, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio) dovranno essere chiaramente indicate le prove pregresse raccolte e le aree dove si ritiene importante o indispensabile che vengano effettuate ulteriori indagini (si segnalano in questo modo le aree in cui le incertezze sui risultati di questo livello di approfondimento sono maggiori). Tutte le prove dovranno essere classificate in base al tipo ed alla profondità raggiunta.
- 2) *Carta geologica - geomorfologica*: derivata dalla revisione a scala dettagliata (1:10.000 - 1:5.000) dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia dovranno essere rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie. Dovranno essere chiaramente perimetrate le coperture detritiche, le aree instabili e quelle potenzialmente soggette a dissesti. Questa cartografia dovrà essere corredata da sezioni geologiche significative, in numero adeguato, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici (strutture tettoniche e assi dei bacini) e dovrà riguardare un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.
- 3) *Carta delle frequenze naturali dei terreni (f)*, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), derivate da indagini sveditive di sismica



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR da registrazioni di terremoti. In questa carta dovranno essere riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di f_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza di picchi). Ove possibile, il territorio indagato sarà suddiviso in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (nessun massimo relativo significativo nelle funzioni HVSR o SSR nell'intervallo 0.1 - 20 Hz) o da presenza di fenomeni di risonanza.

- 4) *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)*: è il documento fondamentale di questo livello di approfondimento. In questa cartografia dovranno essere chiaramente indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari. Nelle aree di pianura dovrà essere realizzata anche la carta dei depositi di sottosuolo che possono influenzare il moto in superficie (es.: isobate del tetto dei depositi grossolani tipo ghiaie di conoide, isobate del tetto dei corpi sabbiosi presenti nei primi 20 m di profondità, isobate del tetto della falda, isobate della base dei depositi continentali, isobate di discontinuità stratigrafiche importanti, ...).

Le microzone della carta saranno classificate in tre categorie:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;
- c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente instabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).
- 5) *Relazione illustrativa* in cui dovranno essere descritti tutti gli elementi caratterizzanti i documenti sopra indicati e le aree in cui effettuare indagini, con indicazione del tipo di prove da realizzare. Poiché una delle finalità fondamentali di questo livello di approfondimento è la definizione del modello geologico del sottosuolo che costituirà la base per la microzonazione sismica, dovrà essere accuratamente descritta la stratigrafia e fornita una stima indicativa, su basi geologiche, della profondità dell'orizzonte ipotizzato essere il substrato rigido. La definizione del substrato rigido è uno degli obiettivi degli approfondimenti successivi.

Nella successiva tabella (*Tabella 2 della convenzione*) che segue viene riepilogato il quadro conoscitivo minimo che deve essere raggiunto per ciascun Comune, al termine delle attività previste dalla convenzione:



Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

Università degli Studi di Messina
 C.A.R.E.C.I
 Centro Attrazione Risorse
 Esterne e Creazione d'Impresa

INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE	<p>Raccolta dei dati pregressi ritenuti utili ai fini degli studi tra quelli resi disponibili da Amministrazioni pubbliche e/o private: es. rilievi geologici, geomorfologici, geologico – tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi, etc. ;</p> <p>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;</p> <p>Eventuali nuove indagini: esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geologico - tecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;</p> <p>Misure passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.</p>
ANALISI ED ELABORAZIONI	<p>Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili; Rilettura, sintesi dei dati.</p>
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	<p>Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta geologica – geomorfologica, almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000, di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; • Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000; • Carta delle Frequenze di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; <p>Relazione tecnica illustrativa.</p>



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

La presente relazione illustrativa è stata redatta per il territorio comunale di Priolo Gargallo in Provincia di Siracusa.

Il territorio comunale di Priolo Gargallo è ubicato nella Sicilia sud orientale, nel settore orientale dell'altopiano Ibleo e occupa un'estensione di circa 57 Km² (Figura 2); il Comune confina a N con il comune di Melilli, ad O con i comuni di Sortino e Solarino, a S con i comuni di Melilli e di Siracusa, ed a E con il Mare Jonio.

Nella cartografia ufficiale in scala 1:25.000 edita dall'I.G.M., ricade nelle tavolette "Belvedere" F° 274 II NO, "Solarino" F° 274 III NE e "Melilli" F° 274 IV SE, e nei Fogli 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale "Melilli" 646020, "Priolo Gargallo" 646030, "Solarino" 646060, e "Targia" 646070.

Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Priolo Gargallo, ove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, e dalle frazioni di Faro Magnisi, Marina di Melilli e Ponte Diddino. Gli abitanti censiti sono circa 12.160.

La zona di studio comprende una zona costiera che dalla battigia si protende fino alla quota di circa 30 m s.l.m., in parte caratterizzata dalla presenza di impianti industriali di varie tipologie, una zona sub collinare che dalla quota di circa 30 m s.l.m. si spinge fino alle prime pendici dei Monti Climiti (150 m s.l.m.), caratterizzata da blandi versanti e torrenti con valli strette ed incassate, e una zona collinare che dai piedi dei Monti Climiti arriva fino alla sommità dell'altipiano (circa 410 m s.l.m.), caratterizzata da una morfologia più acclive, con versanti scoscesi e pareti calcaree subverticali.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Figura 2 - Corografia dell'area



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

3 CENSIMENTO DATI

La microzonazione sismica (MS) è uno strumento di supporto per la governance del territorio nonché per la progettazione e la pianificazione delle emergenze di protezione civile pertanto, scopo della MS è individuare ad una scala sufficientemente grande (scala comunale) le condizioni locali che possono indurre a sensibili modifiche del moto sismico atteso e/o a deformazioni permanenti sul territorio, sulle costruzioni ed alle infrastrutture. La qualità dello studio di MS è funzione del livello di approfondimento degli studi condotti nell'area oggetto di studio ed è fortemente condizionato dai budget messi a disposizione da chi redige lo studio.

Visto il forte impatto che la MS ha sulla pianificazione territoriale si è ritenuto opportuno dare priorità al censimento agli studi geologici prodotti a supporto dei Piani Regolatori Generali Comunali al fine di analizzare lo stato conoscitivo in termini di modelli geologici, geotecnici, geomorfologici (dissesti e alluvioni) e sismicità su cui si è pianificato lo sviluppo urbano del territorio. Solo nel caso in cui non è stato possibile acquisire la documentazione geologica a supporto del PRG si è proceduto al recupero di informazioni provenienti da altri studi geologici realizzati in occorrenza di lavori pubblici. Si è inoltre ritenuto opportuno censire ed acquisire i dati relativi ai dissesti geomorfologici prodotti dal PAI al fine di avere un quadro completo dello stato conoscitivo dei due strumenti di pianificazione (PRG e PAI) che hanno maggior impatto sulla governance del territorio.

Per questo studio di I livello è stato possibile acquisire la seguente documentazione tecnica:

- Studio Geologico di supporto alla Revisione del P.R.G. (Giugno 2011 data nel documento);
- Studio Geologico per il Piano Particolareggiato della zona di espansione CP/1
- Studio Geologico per il Piano Particolareggiato della zona di espansione CP/2
- Relazione e banca dati dei dissesti geomorfologici del PAI.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Quanto riportato in questo capitolo è il risultato di un'attenta analisi e revisione degli elaborati tecnici acquisiti (*tabella 2 della convenzione*) dall'Amministrazione Comunale e della consultazione e sintesi di quanto disponibile nella bibliografia specializzata.

Particolare attenzione è stata rivolta all'esame delle caratteristiche morfologiche, altimetriche, litologiche e geomorfologiche dei versanti, elementi di estrema rilevanza per la definizione della “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica”.

Le analisi eseguite sono riportate nei sottoparagrafi di seguito elencati:

- Analisi Morfologica e Altimetrica
- Idrografia
- Inquadramento geologico strutturale regionale
- Assetto geologico strutturale e stratigrafico dell'area esaminata
- Analisi geomorfologica e assetto dei versanti
- Classificazione litologica dei terreni affioranti

4.1 Analisi Morfologica e Altimetrica

Il territorio comunale di Priolo Gargallo rientra nel settore sudorientale della Sicilia, è caratterizzato dalla presenza di un settore di avampaese rappresentato dall'altopiano ibleo, costituito da una potente successione carbonatica prevalentemente mesozoico-terziaria, interessata altresì da ripetute intercalazioni vulcaniche. In quanto tale, esso, mostra quindi nel suo complesso un assetto morfologico a sviluppo tipicamente tabulare o comunque poco accidentato, sebbene sia ampiamente testimoniata la presenza di vari sistemi di faglie distensive di diversa età, la cui presenza è indice di uno stile deformativo dell'area.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

La gran parte del territorio comunale di Priolo Gargallo è rappresentato dal tipico paesaggio del versante orientale ibleo, prevalentemente tabulare a gradinata, con strette e marcate incisioni vallive, riconducibile al recente sollevamento tettonico di tutta l'area iblea, che ha determinato un rapido approfondimento del reticolo idrografico preesistente.

Il paesaggio si presenta composito con una morfologia piatta nell'area costiera, corrispondente ad una stretta pianura alluvionale, dove sorgono gli impianti industriali e una più acclive con versanti scoscesi e pareti calcaree subverticali.

Dal punto di vista altimetrico è possibile distinguere, nell'area oggetto di studio, tre zone:

- zona costiera che comprende una continua ma poco estesa piana costiera che dalla battigia si protende fino alla quota di circa 30 m s.l.m.. Tutto il litorale prospiciente la rada di Augusta è caratterizzato dalla presenza di impianti industriali di varie tipologie, che hanno profondamente variato l'aspetto originario del litorale. In questa fascia rientra la penisola di Magnisi costituita da un isolotto calcarenitico collegato alla terraferma attraverso un istmo sabbioso;
- zona subcollinare che dalla quota di circa 30 m s.l.m. si spinge fino alle prime pendici dei Monti Climiti (150 m s.l.m.), caratterizzata da blandi versanti degradanti con leggera pendenza verso E, con una morfologia ondulata interrotta da torrenti con valli strette ed incassate denominate localmente "cave". In tale area si estende la zona urbana e suburbana di Priolo Gargallo;
- zona collinare che dai piedi dei Monti Climiti arriva fino alla sommità dell'altipiano (circa 410 m s.l.m.), caratterizzata da una morfologia più acclive, con versanti scoscesi e pareti calcaree subverticali.

Tale zona comprende gran parte della catena dei Monti Climiti che costituisce un aspro rilievo con sommità tabulare. Nel dettaglio il pianoro sommitale del rilievo è frequentemente interrotto da scarpate, ondulazioni, dossi e contropendenze.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

La figura di seguito proposta (Figura 3) rappresenta l'andamento altimetrico del territorio comunale suddiviso nei seguenti intervalli: 0 – 50; 50-100 m; 100-200 m; 200-600 m.

Ancora, in Figura 3, sono rappresentate le aree oggetto delle indagini eseguite (poligono colorato), le quali sono state fornite dall'Amministrazione Comunale al Dipartimento Regionale della Protezione Civile.

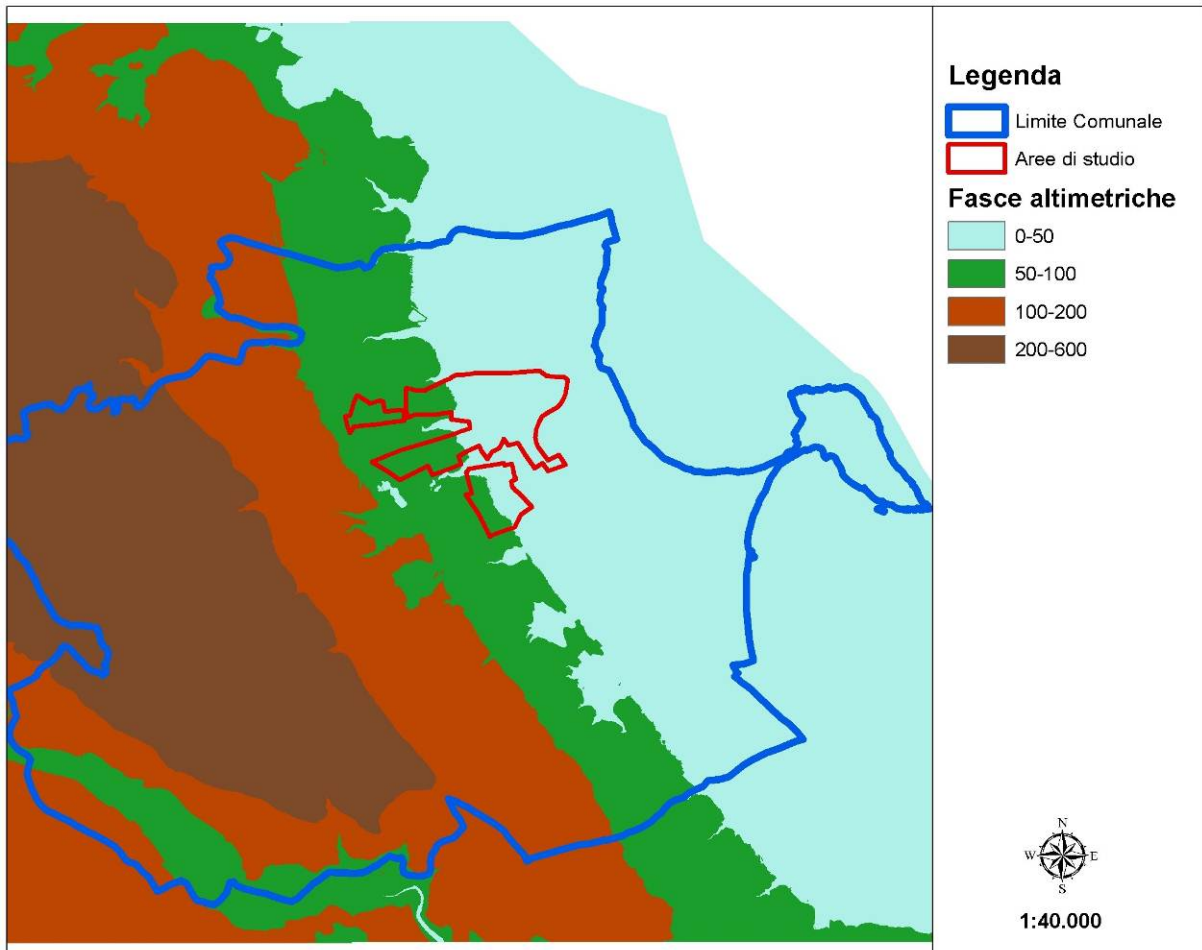


Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.2 Idrografia

Nel quadro morfologico dei Monti Climiti si sviluppano elementi idrografici tipici dei paesaggi carsici, localmente denominati “cave” e caratterizzati da valli fluviali profondamente incassate nelle rocce, con pareti subverticali (*canyon*) e con alternanza di gomiti e tratti rettilinei; l'alveo è generalmente confinato dalle pareti rocciose e piuttosto stretto, con depositi di fondo esigui e prevalentemente costituiti da ciottoli e massi. I corsi d'acqua tendono a scorrere per lunghi tratti in facies sotterranea, scomparendo in presenza di inghiottitoi e riemergendo in coincidenza di sorgenti d'alveo.

Tali morfologie spesso conosciute come *Gravine* sono generate dall'interazione dei fenomeni di sollevamento tettonico con i processi di dissoluzione carsica ed i processi di erosione fluviale.

La loro genesi è legata allo scavamento di tratti ipogei e il crollo dei livelli soprastanti; tale evoluzione è confermata in affioramento dalla giacitura suborizzontale e dalla resistenza differenziale degli strati calcarei, sia al fatto che la gran parte dell'alimentazione idrica, proveniente dalle zone laterali, avviene attraverso flussi sotterranei ubicati sul fondo delle incisioni.

Complessivamente tutto il sistema idrografico superficiale risulta poco gerarchizzato e possiede i caratteri tipici di uno stadio morfodinamico giovanile tuttora in evoluzione.

In particolare il reticolo idrografico che si sviluppa nel territorio di Priolo Gargallo assume le suddette caratteristiche con valli fluvio-carsiche, controllate dalla tettonica, soltanto a ridosso della costa si riscontrano linee di impluvio meno marcate.

Il territorio ricade nel Bacino 092 – “Area Territoriale tra i bacini del Fiume Anapo e del Fiume San Leonardo”, nel Bacino 091 – “Area del bacino del Fiume Anapo” della classificazione del PAI e comprende diversi bacini idrografici di modeste dimensioni che traggono origine dai Monti Climiti quali: il Torrente Canniolo, il Torrente Sorciaro, il Torrente Mostringiano e il Vallone Castellaccio. In un breve tratto del confine S, il territorio priolese interessa il bacino del Fiume Anapo. Si hanno poi alcuni brevi impluvi che attraversano la zona pedemontana senza raggiungere i rilievi dei Monti Climiti.

A seguito della intensa industrializzazione ed antropizzazione dell'area costiera, i suddetti torrenti nel loro tratto terminale fino allo sbocco in mare, risultano interessati da estese canalizzazioni



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

Per una più compiuta definizione dell'assetto geologico del territorio del Comune di Priolo Gargallo si è utilmente fatto riferimento alla geologia del settore sud orientale della Sicilia e, in particolare, alla zona del versante ionico dei Monti Climiti, nell'ambito della quale questo ricade.

E' stata consultata la seguente cartografia geologica:

- CARTA GEOLOGICA DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE(1:100.000)
- CARTA GEOLOGICA DEL SETTORE NORD-ORIENTALE IBLEO (1:50.000)
- FOGLIO 274 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1:100.000) E LE RELATIVE NOTE ILLUSTRATIVE;
- SCHEMA GEOLOGICO DELLA SICILIA NORD ORIENTALE (1:200.000)

L'area iblea rappresenta un'area di avampaese interessata da vistose discontinuità tettoniche recenti che la delimitano sia verso O che verso E, differenziandola da tutte le altre unità strutturali dell'orogene siculo-maghrebide (CARBONE, 2011).

L'Avampaese Ibleo", che insieme alla Catena Appennino - Maghrebide e all'Avanfossa Gela - Catania rappresenta uno dei principali elementi strutturali della Sicilia orientale, appartiene al blocco Pelagiano, che si estende dalla Scarpata Ibleo - Maltese fino alla Tunisia, ed emerge proprio in corrispondenza della Sicilia sud-orientale formando quello che viene definito in letteratura geologica il Plateau ibleo che rappresenta il promontorio più settentrionale della litosfera africana.

L'Avampaese Ibleo costituisce un plateau prevalentemente carbonatico, la cui successione stratigrafica in affioramento si ha solo a partire da orizzonti del Cretaceo inferiore; mentre i livelli triassici, giurassici e in alcune zone anche cretacei sono conosciuti solo grazie ai dati di sottosuolo legati all'intensa attività di ricerca



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

petrolifera di cui l'area è stata sede (KAFKA e KIRKBRIDE, 1959; RIGO e BARBIERI, 1959; RIGO e CORTESINI, 1961; PATACCA *et al.*, 1979).

La configurazione paleogeografica e paleotettonica dell'area iblea, già nota nella letteratura geologica all'epoca delle ricerche petrolifere (RIGO & BARBIERI, 1958; RIGO & CORTESINI, 1961), è stata perfezionata da PATACCA *et al.* (1979) per l'intervallo non affiorante triassico-cretacico, e completata da GRASSO *et al.* (1979), PEDLEY (1981), CARBONE *et al.* (1982c) e GRASSO & LENTINI (1982) per quello affiorante cretacico quaternario affiorante che è costituito da carbonati di piattaforma e di bacino, e da vulcaniti basiche la cui distribuzione è legata alla tettonica estensionale (PATACCA *et al.*, 1979; LENTINI *et al.*, 1987).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

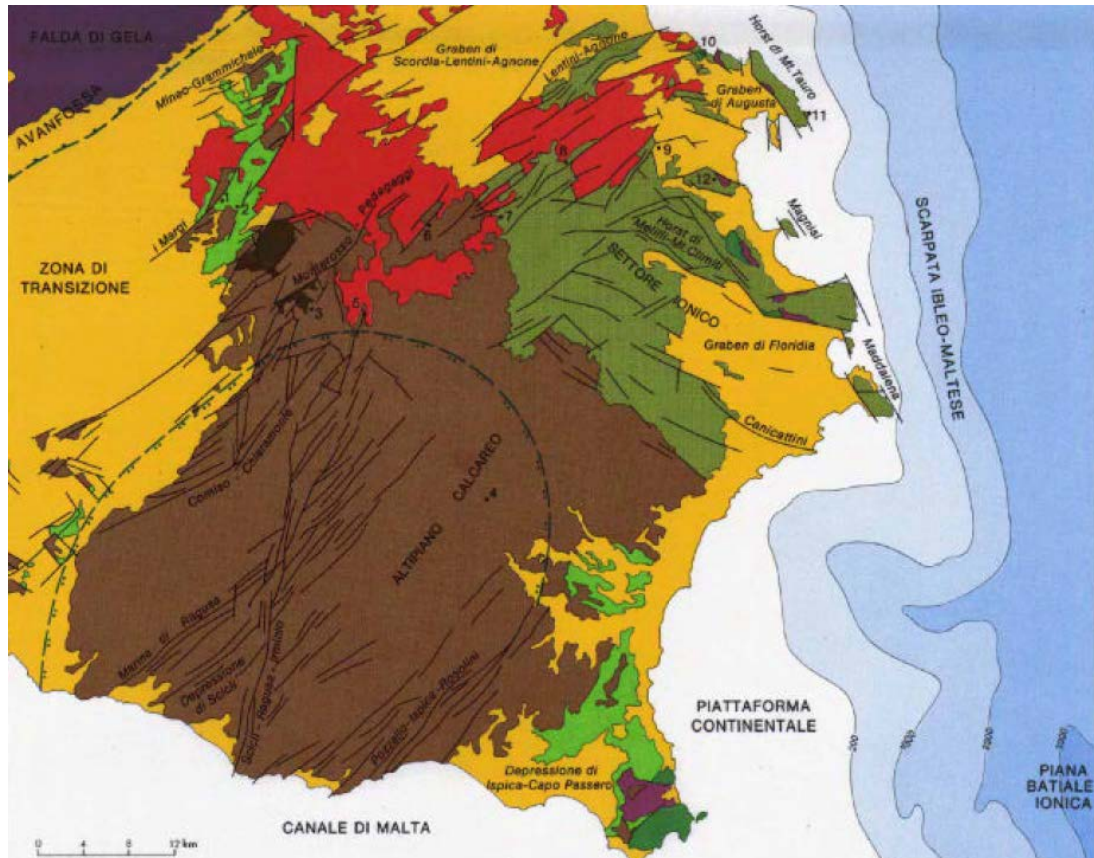


Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampaese Ibleo (da Lentini et al., 1984)

Infatti nell'area iblea vengono distinti due settori: quello orientale, caratterizzato da una sequenza di ambiente marino poco profondo e quello occidentale contraddistinto da sedimenti carbonatici di mare aperto.

Già nell'intervallo Trias superiore Lias medio (PATACCA *et al.*, 1979) si evidenzia la presenza di due domini contigui che persiste anche nel Terziario (GRASSO *et al.*, 1979, 1982; LENTINI & CARBONE, 1981a; CARBONE *et al.*, 1982c; GRASSO & LENTINI 1982). Il quadro paleogeografico della regione Iblea



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

subisce un profondo cambiamento a partire dal Messiniano, quando termina il ruolo di “Alto” strutturale giocato dal Settore Orientale rispetto a quello Occidentale.

Dopo la fase di rifting hettangiana si individuano due paleo domini il primo costituisce un “alto”, il secondo un bacino profondo a forti tassi di sedimentazione (Formazione Streppenosa). Tale suddivisione si mantiene fino al Domeriano superiore quando per effetto della tettonica sinsedimentaria che progressivamente fa annegare l’alto siracusano, la sedimentazione tende ad omogeneizzarsi su tutta l’area. Alla fine del Dogger si ha la ripresa dell’attività eruttiva submarina in condizioni pelagiche, seguita da un ulteriore periodo di quiescenza che perdura sino al Cretaceo superiore, quando si sviluppano i sistemi di faglie ad andamento NE-SO e ONO-ENE, cui si associano grossi volumi di vulcaniti, soprattutto nella regione ionica.

Durante il Terziario si mantiene la persistenza dei due domini contigui quello orientale, caratterizzato da una sequenza di ambiente marino poco profondo, condizionato dallo sviluppo di prodotti vulcanici e quello occidentale contrassegnato da sedimenti carbonatici di mare aperto che includono cospicui risedimenti provenienti dalle aree orientali.

Nel settore orientale affiora una successione stratigrafica spesso lacunosa e caratterizzata da facies marine di acque basse, di età compresa tra il Cretaceo e il Miocene superiore, alla quale si intercalano due orizzonti di vulcaniti basiche.

Al di sopra dei termini cretacei si estende una copertura oligo - miocenica costituita dalla Formazione dei Monti Climiti, suddivisa nei Membri di Melilli in basso e dei Calcari di Siracusa in alto, formati rispettivamente da calcareniti pulverulente biancastre e biotiti algali con rodoliti e coralli. Si passa alla Formazione di Carlentini (Tortoniano) caratterizzata da una sequenza di vulcanoclastiti con abbondante frazione sedimentaria generatasi per esplosioni freatomagmatiche in ambiente marino di acque basse o subarea. La Formazione Carruba costituita da calcari teneri e da lumachelle inframessiniane chiude in alto la successione con significato di deposito preevaporitico.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Nel settore occidentale le facies supracretacee-mioceniche del settore centrale e occidentale del plateau ibleo consistono invece di sedimenti carbonatici di ambiente pelagico. Gli affioramenti più antichi sono dati da calcari marnosi del Cretaceo inferiore, cui seguono calcari marnosi con selce di età Cretaceo - Eocenica.

Seguono successioni carbonatiche di ambiente da neritico a pelagico, conosciute come Formazione Ragusa che è suddivisa in due parti: Membro Leonardo, caratterizzato da calcilutiti e marne di età Oligocenica, e Membro Irminio, costituito da calcareniti e marne di età inframiocenica. Questa Formazione passa gradualmente alle marne della Formazione Tellaro di età medio miocenica con intercalazioni calcarenitico marnose. Superiormente e lateralmente alla Formazione Tellaro si passa alle calcareniti tortoniane della Formazione Palazzolo in parte coeve alle calcareniti della Formazione dei Monti Climiti.

Il quadro paleogeografico del Messiniano inferiore è in parte ereditato dal Tortoniano (GRASSO *et al.*, 1982; CARBONE & LENTINI, 1981b). La distribuzione delle facies suggerisce che un'area emersa doveva trovarsi in corrispondenza dell'odierno tratto di costa fra Agnone e Monte Tauro e si estendeva anche verso l'attuale margine settentrionale ibleo fino all'avanfossa (LENTINI *et al.*, 1987; BUTLER *et al.*, 1997)

Nel Messiniano superiore il generale abbassamento del livello marino ha determinato l'emersione di quella parte del plateau occupata da sedimenti lagunari e/o di transizione (Formazione Monte Carrubba) mentre nelle aree sommerse inizia la deposizione delle evaporiti. Con la suddetta emersione si modifica profondamente il quadro paleogeografico e termina la configurazione area orientale area occidentale, che si era protratta per tutto l'intervallo cretaceo miocene.

Dalla distribuzione dei depositi del Pliocene inferiore prevalentemente trubi e talora breccie o calcareniti, si deduce che dopo l'emersione messiniana si è avuta una moderata ingressione marina che non ha modificato sostanzialmente la distribuzione delle aree emerse. I sedimenti pliocenici sono distribuiti in maniera discontinua lungo i bordi dell'altopiano ibleo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

I depositi quaternari appartengono a due principali cicli sedimentari di età infra e medio pleistocenica. I terreni del pleistocene inferiore formano una cintura continua attorno all'altopiano calcareo raggiungendo spessori notevoli lungo i bordi settentrionale e occidentale. I litotipi sono dati da biocalcareni tenere giallastre discordanti sul substrato miocenico o sulle vulcaniti plioceniche. Le calcareniti passano verso l'alto e lateralmente ad argille grigio azzurre raggiungendo spessori considerevoli in corrispondenza di strutture più depresse. Il secondo ciclo è rappresentato dalla cosiddetta panchina crotoniana che ricopre in discordanza termini di varia età. Sul bordo occidentale ibleo lungo l'estesa piana tra Caltagirone e Vittoria la sedimentazione infrapleistocenica è chiusa da una potente serie sabbiosa regressiva che ricopre e sutura la Falda di Gela.

Nell'area iblea a tutte le fasi tettoniche più incisive sono associate manifestazioni basaltiche e rapidi cambiamenti del regime sedimentario.

Una copiosa letteratura geologica ha cercato di chiarire i rapporti di giacitura tra sedimenti e le vulcaniti giungendo così ad individuare i vari complessi eruttivi mediante la datazione delle formazioni sedimentarie ad essi associate (DI GRANDE, 1967, 1968, 1972; GRASSO *et al.*, 1981; PEDLEY, 1981; COSTA *et al.*, 1993).

Un primo ciclo eruttivo di età supramiocenica caratterizza la porzione di territorio compresa tra Melilli, Sortino e Carlentini. Si tratta di prodotti vulcanoclastici appartenenti alla Formazione Carlentini stratigraficamente compresi tra i sedimenti calcarei di età Miocene inferiore (Formazione Monti Climiti) ed l'alternanza calcareo marnosa del Messiniano (Formazione Monte Carruba).

Un secondo ciclo eruttivo del Pliocene inferiore e medio, i cui prodotti giacciono al di sotto delle Calcareniti del Pliocene superiore, è stato riconosciuto nell'area Buccheri- Vizzini - Militello.

Un terzo ciclo eruttivo plio-pleistocenico, costituito da lave e prodotti vulcanoclastici, è infine compreso tra i sedimenti calcareo-marnosi (Trubi) pliocenici o, in loro assenza, tra i sedimenti miocenici in genere e le calcareniti del Calabriano con le quali spesso si trova in rapporti di eteropia.

Rivestono un'importanza secondaria, data la limitatezza degli affioramenti, i prodotti di un ultimo ciclo eruttivo indicati come Vulcaniti superiori e successivamente come Vulcaniti pleistoceniche che si sovrappongono alle calcareniti del Calabriano.

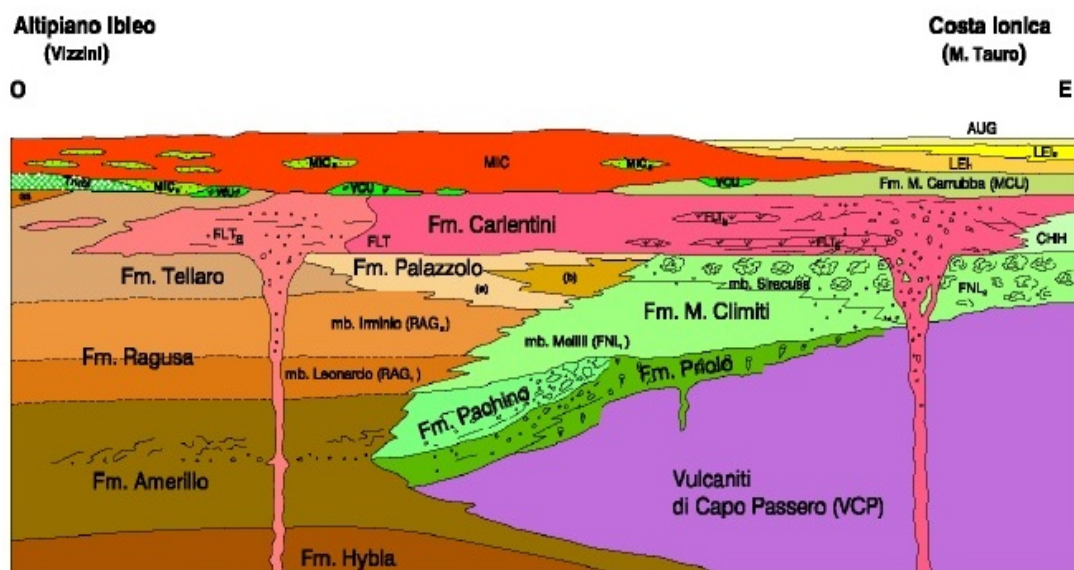


Figura 5 - Schema della distribuzione delle facies cretatico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altopiano calcareo s.s. (da Carbone *et al.*, 1986, modificato)

I Monti Iblei formano un horst allungato in senso NE-SO controllato da prevalenti lineamenti tettonici estensionali. Tra il bordo occidentale del Plateau Ibleo e il fronte sepolto della Falda di Gela si colloca l'Avanfossa Catania Gela, in gran parte occupata da sedimenti plio-pleistocenici, ed estesa dal Golfo di Catania all'offshore di Gela. A largo della costa orientale il plateau è troncato dal sistema della scarpata ibleo maltese che separa la sottile fascia di piattaforma continentale e il Canale di Sicilia dalla Piana batiale ionica.

Il plateau si compone di due elementi morfo strutturali l'Altipiano calcareo s.s. o ragusano e il settore ionico o siracusano. (CARBONE *et al.*, 1982c) separati



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

trasversalmente dalla linea del Tellaro con cinematica transtensiva sinistra (CATALANO *et al*, 2008a).

L'altopiano ragusano, la parte più elevata del tavolato calcareo, è delimitata dai sistemi di Comiso - Chiaramonte ad O, e di Pozzallo – Ispica - Rosolini ad E (LENTINI *et al.*, 1984); nella sua parte mediana è attraversato dalla zona di taglio destro pleistocenica N10 Scicli Ragusa Irminio (GHISSETTI & VEZZANI, 1980). Ad eccezione delle sue aree periferiche nel suo insieme l'altopiano calcareo non è mai stato ricoperto da sedimenti quaternari e l'assenza di evaporiti messiniane è connessa ad un'emersione post Messiniano inferiore (GRASSO & LENTINI, 1982).

Il settore siracusano dell'altopiano fino al Pliocene ha seguito la stessa evoluzione tettono sedimentaria e modificazioni dell'altopiano ragusano, distaccandosene nettamente nel Plio-Pleistocene. In questo settore mancano infatti i depositi pliocenici e quelli quaternari tendono a colmare delle depressioni strutturali ricoperti solo a tratti dai livelli apicali della successione quaternaria. L'altopiano siracusano è disseccato da due principali depressioni controllate da faglie normali: il Graben di Augusta, collocato sulla terminazione settentrionale dei Monti Climiti e delimitato verso mare dalle penisole di Monte Tauro e di Magnisi, e il Graben dell'Anapo posto tra i Monti Climiti orientali e i promontori di Belvedere e della Penisola della Maddalena.

La porzione nord-orientale dei Monti Iblei è costituita dai Monti Climiti che si sviluppano parallelamente alla costa da Melilli fino a Siracusa. In particolare, in questa fascia di territorio si possono distinguere due zone strutturalmente distinte: l'Horst dei Monti Climiti e il bacino costiero orientale tra Augusta e Priolo.

L'Horst dei Monti Climiti, rialzato per effetto di due importanti sistemi di faglie a direzione NO-SE e NE-SO, è caratterizzato dalla presenza della successione carbonatica "Formazione dei Monti Climiti".

Il bacino costiero orientale di Augusta- Priolo, presenta un andamento morfologico suborizzontale, con debole pendenza verso il mare Ionio. Quest'area corrisponde ad un ampio graben formatosi tra la fine del Pliocene e l'inizio del



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Pleistocene inferiore-medio, delimitato ad O dall' Horst dei Monti Climiti, ad E dagli Horst di Monte Tauro e di Magnisi ed a S dall'Horst di Santa Panagia. In particolare all'interno di questo lungo graben si possono individuare due strutture minori denominate Horst di Petrarò e Horst di Costa Gigia; esse determinano un'ulteriore suddivisione strutturale in Graben di Augusta, Graben del Fiume Marcellino e Graben di Priolo. Durante il Pleistocene, nelle depressioni di quest'ultimo settore Graben di Priolo), si sono depositati sedimenti carbonatici, sabbiosi e argillosi, legati ad un'estesa fase trasgressiva.

4.4 Assetto geologico strutturale dell'area esaminata

I lineamenti geologici dell'area in studio riflettono quelli della fascia orientale dell'altopiano ibleo, caratterizzata in prevalenza da una successione carbonatica che abbraccia con relativa continuità un intervallo cronologico compreso tra il Cretaceo e il Quaternario.

Le caratteristiche geologiche e stratigrafiche del territorio comunale di Priolo Gargallo sono state definite attraverso l'analisi dei dati derivabili dalla documentazione fornita dall'Amministrazione Comunale, descritta in dettaglio nel cap. 3 delle presenti note, integrati con quelli disponibili nella bibliografia consultata.

La successione litostratigrafica affiorante è costituita da terreni di natura sedimentaria e di natura vulcanica che costituiscono gran parte della zona orientale dei Monti Climiti, di età compresa tra il Cretaceo ed il Quaternario.

4.5 Stratigrafia dell'area esaminata

Nel dettaglio la successione stratigrafica è costituita dalle seguenti formazioni:

- Riporto;
- Detrito di falda;
- Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene);
- Sabbie e Calcareniti -“Panchina” (Pleistocene medio):
Sabbie grossolane e calcareniti organogene;
- Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore):



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Argille e argille siltoso-marnose;

- Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore):
Calcareniti e calciruditi organogene in alternanza con sottili livelli sabbiosi;
- Formazione dei Monti Climiti (Oligocene - Miocene):
Calcareniti e calciruditi algali (Membro Siracusa)
Calcareniti biancastre (Membro di Melilli)
- Calcareniti (Paleocene-Eocene medio):
Calcareniti a macroforaminiferi, brecce e megabrecce a macroforaminiferi;
- Calcari (Cretaceo superiore)
Calcari detritico-organogeni e brecce;
- Vulcanoclastiti (Cretaceo superiore)
Vulcanoclastiti a grana fine, brecce eterometriche di lave basaltiche, filoni basaltici.

Inoltre sono stati evidenziati i seguenti elementi:

- contatti tettonici generici (probabili linee di frattura, lineazioni morfologiche desunte da aerofoto-interpretazione).

Riporto

Depositi incoerenti con assetto caotico, costituiti da blocchi e ciottoli con trovanti di natura antropica (non sono noti gli spessori di questi depositi).

Detrito di falda

Depositi incoerenti e caotici, eterometrici, posti ai piedi dei rilievi più acclivi, costituiti da blocchi, ciottoli e ghiaie a composizione prevalentemente calcarea, in scarsa matrice sabbiosa.

Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)

Depositi incoerenti alluvionali, di natura continentale costituiti da ciottoli eterometrici e ghiaie arrotondate, subordinatamente limi e sabbie. Si trovano negli alvei delle incisioni che solcano il territorio esaminato. Presentano giacitura spesso lentiforme e spessore variabile.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Sabbie e Calcareniti -“Panchina” (Pleistocene medio)

Chiudono il ciclo sedimentario pleistocenico e perciò sono datate al Pleistocene medio. Sono trasgressive rispetto al substrato, rappresentando il prodotto dell'ingressione marina verificatosi dopo il periodo di continentalità, durante la cosiddetta “Regressione Romana”.

Dal punto di vista litologico si presentano come sabbie grossolane e calcareniti organogene prevalentemente grossolane, di colore giallo ocra, localmente ricche di frammenti di fossili (lamellibranchi, gasteropodi, alghe calcaree, briozoi ecc.), di ambiente infralitorale.

Si presentano da debolmente a mediamente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata.

Localmente la formazione presenta uno strato basale lentiforme conglomeratico con elementi calcarei e basaltici, in matrice arenitica bruno-giallastra.

Affiorano estesamente nella porzione orientale del territorio comunale, con uno spessore che varia da 0 a 10 metri circa.

Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore)

Argille e argille siltoso-marnose talvolta sabbiose, massive ove stratificate in sottili livelli, di colore giallastro nella parte superiore per effetto dell'alterazione dello strato superficiale e di colore grigio azzurre in profondità. La giacitura degli strati è sub-orizzontale. Rappresentano il prodotto di una sedimentazione in ambiente marino profondo e si presentano parzialmente in eteropia con la sottostante Formazione delle Calcareniti inferiori.

Affiorano con estensione ridotta. Lo spessore è variabile, da 0 a 60 metri, diventando consistente in corrispondenza delle zone più depresse del graben.

Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)

Calcareniti e calciruditi organogene di colore bianco giallastro, tenere, si rinvengono in alternanza con sottili livelli sabbiosi poco cementati. La presenza di fossili è abbondante; alla base si riscontrano microfossili (globigerine), nella parte medio-alta macrofauna, soprattutto pecten e altri bivalvi. Si presentano massive o irregolarmente stratificate, talvolta clinostratificate a media e grande scala, in strati variabili dal decimetro al metro, a giacitura suborizzontale.

Alla base è presente uno strato lentiforme conglomeratico di spessore ridotto, dato da ciottoli di natura vulcanica e calcarea, a matrice arenitica.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Spesso i banconi in affioramento mostrano il tipico profilo seghettato per morfoselezione litologica degli strati calcarenitici più o meno cementati. Sono trasgressive rispetto al substrato carbonatico; sia superiormente che lateralmente passano alle argille grigio-azzurre. Lo spessore è variabile, da pochi metri al centinaio, in corrispondenza delle paleofalesie.

Formazione dei Monti Climiti (Oligocene - Miocene)

Questa formazione rappresenta una facies marina di acque basse, di età compresa tra il Miocene inferiore e medio poggiate sulle vulcaniti cretacee.

Dal punto di vista litologico è rappresentata da termini carbonatici grossolani, a notevole componente organogena, tipici di un ambiente di scogliera.

La Formazione è stata suddivisa in due Membri parzialmente eteropici tra loro: Membro di Melilli in basso, e Membro dei Calcari di Siracusa in alto. Il primo è formato da calcareniti bianco giallastre friabili, massive o in strati di spessore da pochi decimetri ad oltre 10 metri e calcari marnosi; il secondo, che si trova lateralmente e superiormente rispetto al primo, è costituito da calcareniti e calciruditi algali a rodoliti, di colore bianco grigiastro irregolarmente stratificate e spesso notevolmente carsificate. Sono ricchi in fossili tipici di un ambiente di scogliera quali litotamni, resti di coralli coloniali o anche echinodermi.

La giacitura di questi terreni è suborizzontale o inclinata di pochi gradi.

Nella stessa unità viene incluso un sottile intervallo basale costituito da calcari bianchi composti da gusci di macroforaminiferi, da frammenti di coralli e da alghe calcaree, in strati decimetrici, localmente carsificati alla sommità, passanti lateralmente e in basso a calcareniti grigio-verdi e marne siltose.

La formazione affiora estesamente nel territorio di Priolo Gargallo con uno spessore massimo in affioramento di circa 40 metri.

Calcareniti (Paleocene-Eocene medio)

I termini che costituiscono le formazioni carbonatiche paleoceniche e i termini carbonatici dell'Eocene vengono raggruppati nella medesima formazione.

I termini del Paleocene sono costituiti dal basso verso l'alto da: calcareniti bianche in strati centimetrici, ricche in macroforaminiferi; calcareniti grigio chiare in strati centimetrici a Nummuliti; calcari beige in banchi decimetri a Nummuliti. Alla base sono intercalate brecce e megabrecce a macroforaminiferi formate da frammenti provenienti dalle sottostanti calcareniti cretacee e alla sommità megabrecce ad



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

elementi provenienti dall'erosione di formazioni infraeoceniche. La formazione presenta uno spessore variabile da 0 a 30 metri.

I termini dell' Eocene medio sono rappresentati da calcareniti a macroforaminiferi, coralli, alghe calcaree o brecce a macroforaminiferi (Nummuliti), che rappresentano depositi di scarpata con spessore massimo di 15 metri. Verso l'alto passano a marne cineree di colore verdognolo dello spessore massimo di 5 metri, contenenti macroforaminiferi risedimentati e rimaneggiati.

Calcarei (Cretaceo superiore)

Calcarei detritico-organogeni di colore bianco giallastro a grana media, talvolta dolomitizzati, e brecce calcaree biancastre. Si presentano stratificati in strati e banchi, con giacitura suborizzontale o con una pendenza blanda. Contengono foraminiferi, frammenti di echinodermi, gasteropodi e briozoi.

Nella zona di Priolo Gargallo i livelli cretacei affioranti sono rappresentati da brecce e megabrecce con elementi calcarenitici e calciruditici a rudiste e gasteropodi, sovente canalizzati, alternanti a livelli calcareo marnosi e a marne, costituenti una tipica facies di margine di scogliera.

Lo spessore massimo è di 50 m.

Vulcanoclastiti (Cretaceo superiore)

Prodotti lavici submarini, di colore bruno-giallastro, rappresentati da vulcanoclastiti a grana fine, brecce eterometriche di lave basaltiche cementate dal materiale argilloso, da filoni basaltici massivi nerastri. Localmente sono presenti lave a pillow, aventi in sezione la caratteristica struttura raggiata prodotta dalla contrazione dovuta al repentino raffreddamento in ambiente marino di lave basaltiche. La formazione si presenta spesso profondamente alterata.

Nell'area iblea la presenza e la distribuzione di questi affioramenti costituisce la prova che un più o meno complesso apparato di seamounts cretacei doveva ricoprire un'area di vasta dimensione, paragonabile a quella dell'odierno edificio vulcanico etneo.

Lo spessore delle vulcaniti in sottosuolo è nell'ordine di 50-100 m, mentre gli spessori affioranti sono variabili e dell'ordine di qualche metro o qualche decina di metri.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.6 Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti

L'analisi geomorfologica dei versanti e del territorio, più in generale, permette la ricostruzione morfodinamica ed il riconoscimento delle azioni morfogenetiche, per l'individuazione di tutti i fattori essenziali allo sviluppo dello studio di MS secondo i criteri dettati dagli ICMS.

L'evoluzione morfologica progredisce in funzione della naturale opera di erosione dei rilievi che, successivamente si depositano nelle depressioni. La velocità del processo è modulata dall'“energia del rilievo“, dove la conformazione orografica e lito - strutturale esalta le azioni gravitative, dai fattori climatici e dall'uso del suolo.

Fattori stabilizzanti quali forestazioni, opere di sistemazione dei pendii e di regolazione del deflusso idraulico, lungo gli alvei interessati da erosione, contribuiscono, al contrario, a rallentare le azioni morfodinamiche.

In generale la fisiografia è condizionata dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti che determinano la risposta geomorfologica agli agenti morfoevolutivi.

Dall'esame degli elaborati dello studio geologico di revisione del PRG, e della cartografia del PAI Sicilia e di quanto disponibile in bibliografia è stato possibile derivare, per tutto il territorio comunale di Priolo Gargallo, le principali evidenze geomorfologiche, riportate nell'allegata carta geologico - tecnica.

Mediante la classificazione e la ridisposizione di tali dati è stato realizzato un modello territoriale quantitativo (Figura 6) in cui le aree, caratterizzate dai vari livelli di instabilità, sono sovrapposte alla distribuzione clivometrica.

La procedura seguita può essere così schematizzata:

1. Analisi della cartografia acquisita (Studio Geologico di revisione del PRG, PAI);
2. Acquisizione dei dati coerenti con gli standard ICMS;
3. Elaborazione numerica e digitale per l'individuazione e classificazione di:
 - a. Scarpate morfologiche tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m
 - b. Creste
 - c. Picchi isolati
 - d. Orlo di terrazzi fluviali tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- e. Perimetrazione dei dissesti;
4. Classificazione e popolamento degli elementi individuati secondo gli standard 2.0_Betall.

Di seguito viene restituito il risultato sotto forma di elaborato cartografico (Figura 6) e di tabelle riepilogative quantitative degli elementi geomorfologici individuati.

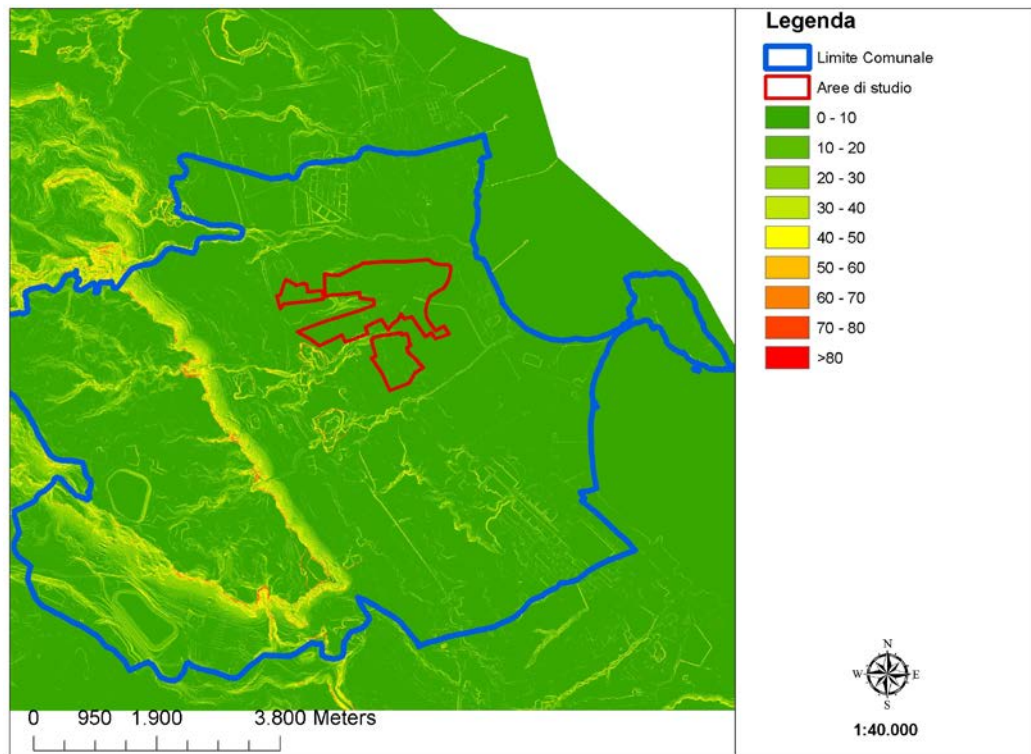


Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici

Descrizione	Numero
Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)	18
Falda detritica	4

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.7 Classificazione litologica dei terreni affioranti

Per quanto concerne la realizzazione della carta Geologico – Tecnica le indicazioni riportate negli ICMS prevedono la classificazione preliminare delle formazioni geologiche, attenendosi ai criteri dell'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985), in due categorie:

- Substrato geologico
- Terreni di copertura

Nelle figure di seguito proposte (tratte da Microzonazione Sismica – standard di rappresentazione e archiviazione informatica, Figura 7, Figura 8) sono riportate tutte le sottocategorie, definite negli ICMS, in cui sia il substrato geologico rigido e non rigido sia i terreni di copertura, sono ulteriormente suddivisi in funzione delle loro essenziali caratteristiche geomeccaniche e geotecniche.

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

Università degli Studi di Messina
 C.A.R.E.C.I
 Centro Attrazione Risorse
 Esterne e Creazione d'Impresa


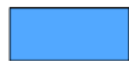









Substrato geologico rigido o non rigido		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	NR	Substrato geologico non rigido
	SF	Substrato geologico rigido molto fratturato
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
	NRS	Substrato geologico non rigido, stratificato

Figura 7 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido






Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

Figura 8 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura

Secondo tali indicazioni i terreni riconosciuti nel comprensorio comunale di Priolo Gargallo sono stati classificati nel modo seguente:

- A) Substrato geologico di tipo “Lapideo” (LP)** - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:
Calcareniti (Paleocene-Eocene medio) - i termini del Paleocene sono costituiti da: calcareniti bianche in strati centimetrici, ricche in macroforaminiferi, calcareniti grigio chiare in strati centimetrici a Nummuliti, calcari beige in bianchi decimetri a Nummuliti. Alla base sono intercalate brecce e megabrecce a macroforaminiferi. I termini dell' Eocene medio sono rappresentati da calcareniti a macroforaminiferi, coralli, alghe calcaree o brecce a macroforaminiferi.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Vulcanoclastiti (Cretaceo superiore) - prodotti lavici submarini, rappresentati da vulcanoclastiti a grana fine, brecce eterometriche di lave basaltiche cementate dal materiale argilloso, da filoni basaltici massivi nerastri.

Calcari (Cretaceo superiore) - calcari detritico organogeni a grana media, talvolta dolomitizzati, e brecce calcaree biancastre. Si presentano stratificati in strati e banchi, con giacitura suborizzontale o con una pendenza blanda.

Formazione dei Monti Climiti (Oligocene - Miocene):

Calcareni da fini a grossolane bianco-giallastre friabili e calcari marnosi passanti verso l'alto e lateralmente a calcareniti e calciruditi ad alghe, e briozoi di colore bianco-giallastro, irregolarmente stratificate e carnificate.

B) Substrato geologico di tipo “Granulare stratificato” (GRS) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Sabbie e Calcareni - “Panchina” (Pleistocene medio) - sabbie grossolane e calcareniti organogene, da debolmente a mediamente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata. I litotipi calcarenitici presentano una intensa fratturazione.

C) Substrato geologico di tipo “Substrato geologico non rigido” (NR) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore)- argille e argille siltoso-marnose talvolta sabbiose, massive ove stratificate in sottili livelli.

D) Substrato geologico di tipo “Substrato geologico Alternanza di litotipi” (AL) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Calcareni e sabbie (Pleistocene inferiore) - calcareniti e calciruditi organogene, tenere, si rinvengono in alternanza con sottili livelli sabbiosi poco cementati. La presenza di fossili è abbondante. Si presentano massive o irregolarmente stratificate, talvolta clinostratificate a media e grande scala, in strati variabili dal decimetro al metro, a giacitura suborizzontale.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- E) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo” (GM) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:**
Depositi alluvionali attuali e recenti - depositi incoerenti alluvionali, costituiti da ciottoli eterometrici e ghiaie arrotondate, subordinatamente limi e sabbie.
- F) Terreni di copertura classificati come “Terreni contenenti resti di attività antropica” (RI) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:**
Riporto - depositi incoerenti con assetto caotico, costituiti da blocchi e ciottoli con trovanti di natura antropica (non sono noti gli spessori di questi depositi).

La precedente classificazione è compendiata nella seguente tabella e restituita nell'allegata Carta geologico-tecnica (Figura 9).

Categorie	Sottocategorie	Litotipi
Substrato rigido o non rigido	Substrato Lapideo (LP)	Calcareniti (Paleocene-Eocene medio)
		Vulcanoclastiti (Cretaceo superiore)
		Calcari (Cretaceo superiore)
		Formazione dei Monti Climiti
	Granulare stratificato (GRS)	Sabbie e Calcareniti -“Panchina” (Pleistocene medio)
	Substrato geologico non rigido (NR)	Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore)
	Alternanza di litotipi (AL)	Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
Terreni di copertura	Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo”	Depositi alluvionali attuali e recenti
	Riporto (RI)	Terreni contenenti resti di attività antropica

Tabella 2 - Compendio della classificazione litologica

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

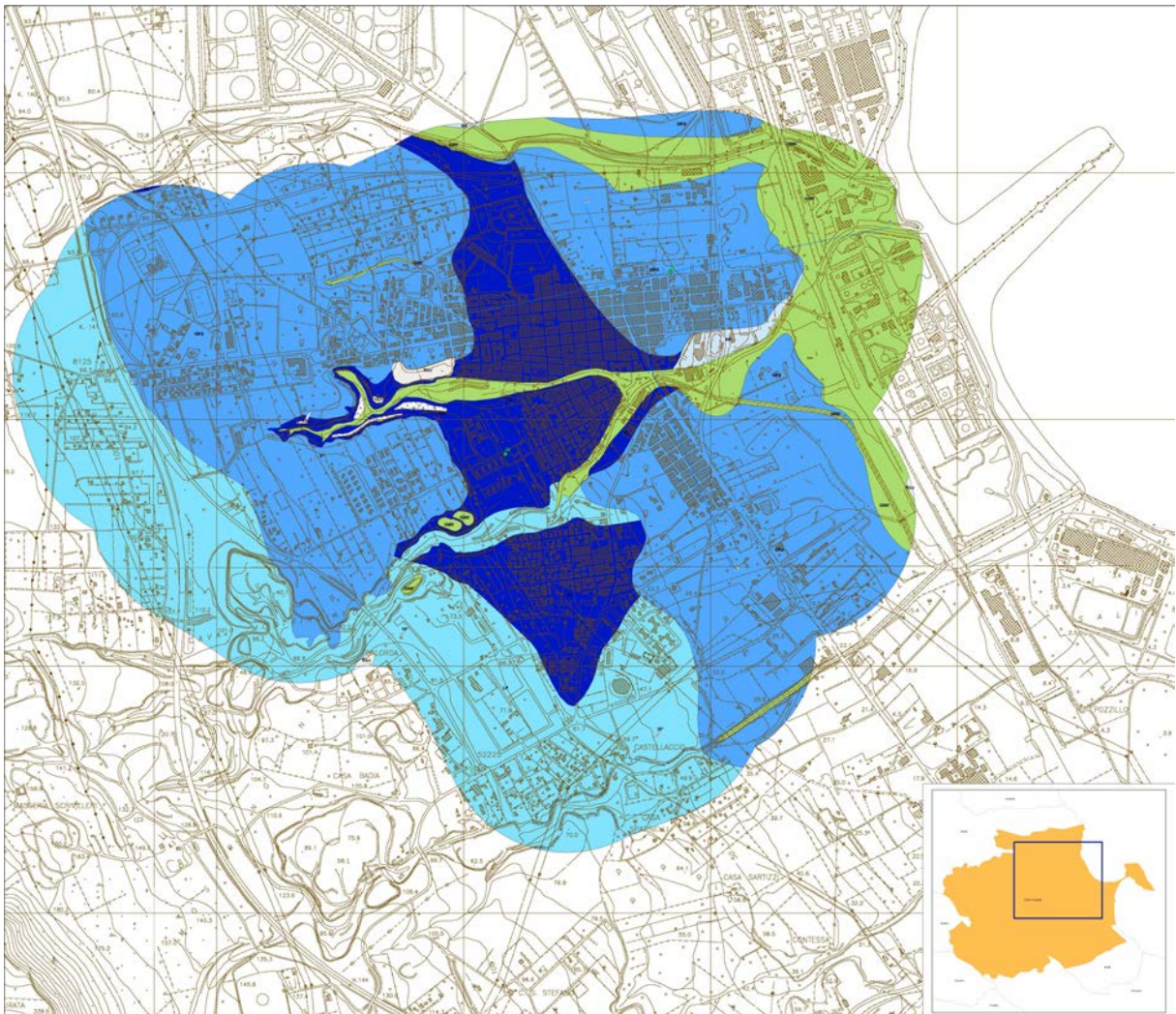


Figura 9 - Carta geologico tecnica



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

5 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO

La “pericolosità sismica di base”, più generalmente indicata semplicemente come pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche attese.

La pericolosità sismica di un generico sito deve essere descritta con un sufficiente livello di dettaglio, in termini sia spaziali sia temporali. I relativi risultati sono forniti, in corrispondenza dell'area considerata, come valori di accelerazione orizzontale massima a_g , riferita ad un sito rigido orizzontale ($V_s > 800$ m/s), e per diverse probabilità di superamento e/o diversi periodi di ritorno.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e dalla morfologia della superficie topografica. Tali modifiche riguardano gli studi di risposta sismica locale.

La valutazione della pericolosità sismica deve derivare da studi estesi a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure e metodologie validate che devono essere rese pubbliche in modo da consentire la riproduzione dell'intero processo.

Dal catalogo CFTI04MED sono stati considerati gli eventi sismici storici, ricostruiti dalle fonti con sufficiente attendibilità, ritenuti rappresentativi dello stile sismico dell'area in studio (GUIDOBONI *et al.*, 2007).

In Italia i risultati ufficialmente accreditati, relativamente ai più recenti studi di pericolosità sismica sono quelli disponibili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 11 di ROVIDA *et al.*, 2011) che fa uso delle tecniche di ricerca ed analisi dei dati di base più avanzati e utilizza i dati derivati dal Data Base Macrosismico Italiano 11 (DBMI11 di LOCATI *et al.*, 2011) che oggi è già alla sua terza versione pubblica.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

5.1 Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale

Il quadro della sismicità che in epoca storica ha interessato la Sicilia Orientale e la Calabria meridionale, aree di riferimento per il presente studio, si può utilmente derivare dai cataloghi sismici:

CFTI04MED (GUIDOBONI *et al.*, 2007);

DBMI11 (LOCATI *et al.*, 2011);

CPTI11 (ROVIDA *et al.*, 2011).

Nelle Figure 10 e 11, estratte dal CPTI11, è mostrata la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area considerata nell'intervallo temporale 1000 - 1899 (Figura 10) e 1900 - 2006 (Figura 11) con un'indicazione della classe di magnitudo M_w (Magnitudo momento).

In Figura 12 sono riportate le massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale estratte dal catalogo DBMI11 che contiene 86071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1684 terremoti avvenuti dopo il 1000.

I dati sono riferiti a 15416 località e ad ogni punto riportato in figura è associata la massima intensità risentita.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

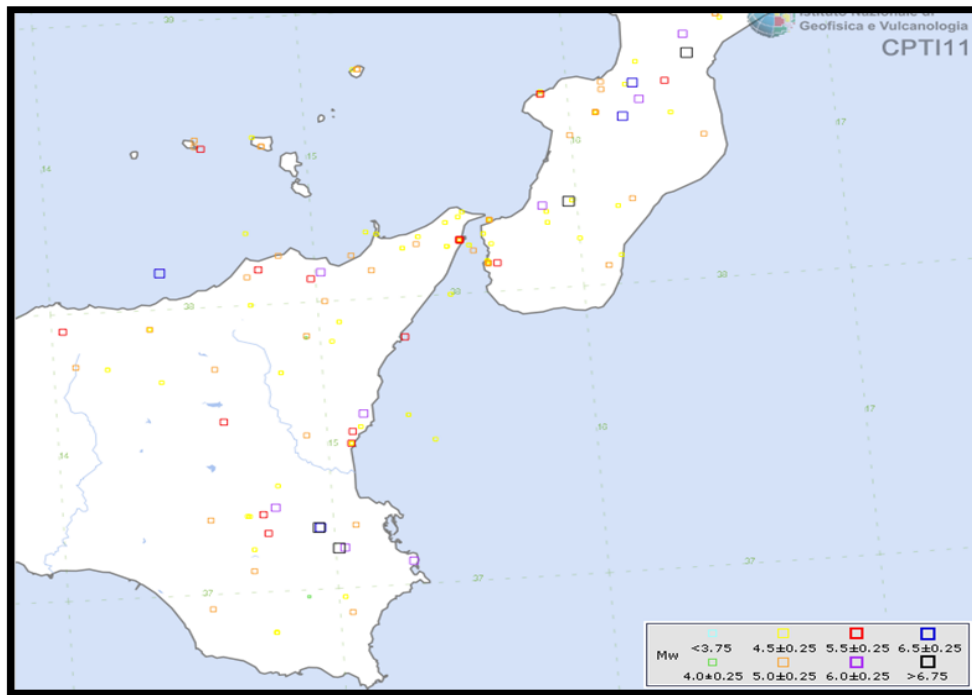


Figura 10 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPTI11, Rovida *et al.*, 2011)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

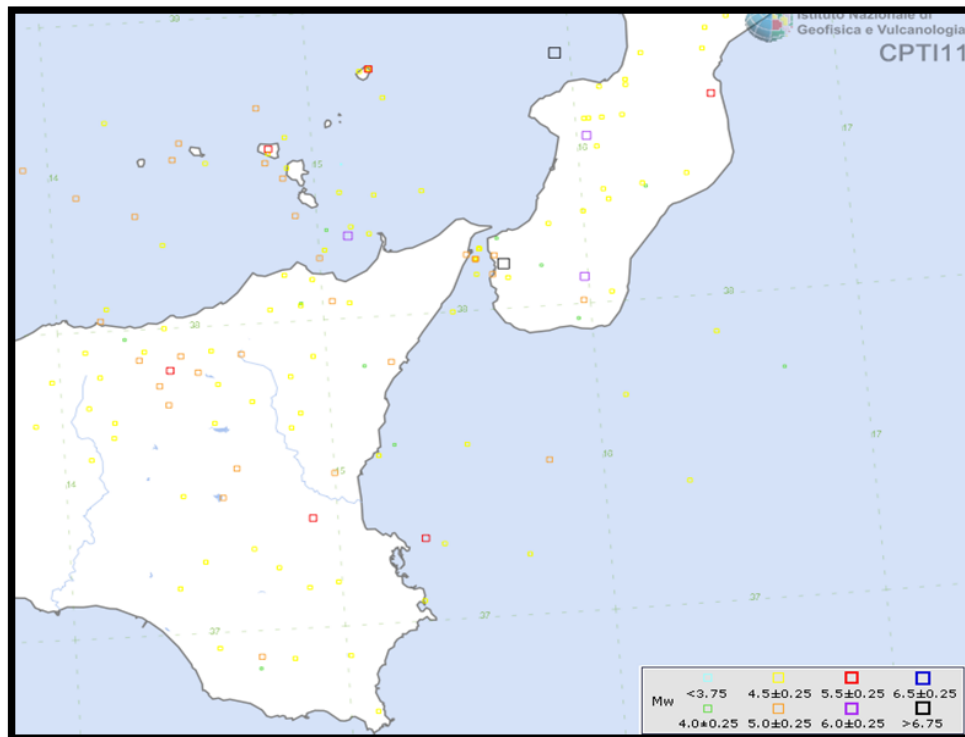


Figura 11 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPT11, Rovida *et al.*, 2011)

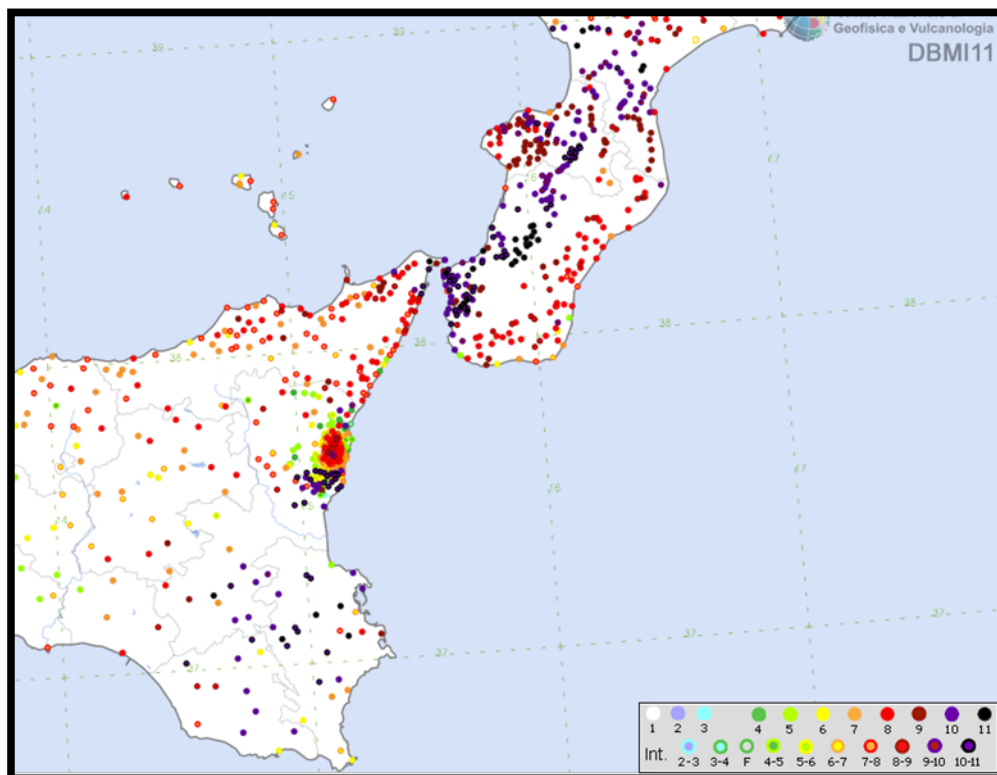


Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)

Dei numerosi terremoti che hanno colpito la Sicilia orientale prima del XVI secolo, si hanno informazioni lacunose ed insufficienti per la ricostruzione del campo macrosismico e degli effetti del sisma sul territorio. Dal catalogo CFTI04MED si sono considerati gli eventi sismici storici sotto descritti, ricostruiti dalle fonti con sufficiente attendibilità, ritenuti rappresentativi dello stile sismico dell'area in studio.

Sono terremoti che è possibile mettere in relazione alle strutture sismogenetiche presenti nella Sicilia orientale e che hanno avuto effetti macrosismici significativi nelle aree colpite. La magnitudo macrosismica equivalente M_e (GASPERINI e FERRARI, 1995, 1997), riportata nel citato catalogo, è stata calcolata attraverso il metodo delle aree di risentimento che si basa su un adeguato



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

campionamento del campo macrosismico, pertanto, in relazione a questi eventi può essere ritenuta sufficientemente attendibile.

Terremoto del 10.12.1542, ore 15:15, lat=37.23, lon=14.92, $I_{max}=10$, $M_e=6.9$: il terremoto fu avvertito in tutta la Sicilia e colpì in particolare l'entroterra collinare e montuoso degli Iblei. I danni maggiori si rilevano in un'area di circa 6.000 kmq, comprendente Melilli, Occhiolà, Lentini, Sortino, Avola, Buccheri, Ferla, Giarratana, Monterosso Almo, Palazzolo Acreide e Vizzini, dove molti edifici crollarono o divennero completamente inagibili. Le massicce distruzioni furono favorite dalle morfologie urbanistiche, che avevano come comune denominatore la discontinuità altimetrica, e l'irregolarità delle murature degli edifici costruiti in varie fasi. In alcuni paesi, in particolare a Sortino e a Lentini, i danni furono aggravati da frane e scoscendimenti e dal cedimento dei terreni di fondazione. Danni di notevole entità si ebbero anche a Siracusa, per la quale è stato possibile localizzare le aree urbane più danneggiate, e a Catania; danni più leggeri si verificarono ad Agrigento. La scossa fu sentita a Messina, a Trapani e, fortemente, a Palermo.

Terremoto del 25.08.1613, ore 05:00, lat=38.117, lon=14.783, $I_{max}=9$, $M_e=5.6$: il terremoto avvenne all'alba del 25 agosto nella Sicilia settentrionale (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 (53 persone morirono nel crollo della chiesa di S.Pietro dei Latini); numerosi i feriti. A Messina la scossa fu sentita violentemente e con grande panico, e causò qualche leggero danno.

Terremoto del 11.01.1693, ore 13:30, lat=37.42, lon=15.05, $I_{max}=11$, $M_e=7.5$: il terremoto del gennaio 1693 colpì un territorio vastissimo, in due riprese, a distanza di due giorni. La prima scossa avvenne il 9 gennaio alle ore 4:30 italiane (21:00 GMT ca.). Nonostante le difficoltà incontrate nel distinguere gli effetti di questo primo evento da quelli del terremoto successivo, è stato possibile delineare, in maniera soddisfacente, il quadro complessivo degli effetti. La seconda scossa avvenne l'11 gennaio alle ore 21 italiane (13:30 GMT ca.). Gli effetti furono catastrofici anche perché si sovrapposero in parte a quelli della scossa precedente. L'area colpita fu tuttavia molto più vasta: un intero territorio di oltre 14000 kmq, considerando solo l'area dei danni maggiori, fu sconvolto; complessivamente danni di rilievo sono stati riscontrati in un'area che va dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese. Ovviamente l'ampiezza totale dell'area di risentimento è sconosciuta perché il mare



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

limita il riscontro degli effetti osservabili; tuttavia, sembra accertato che la scossa fu avvertita sensibilmente nella Calabria settentrionale e sulla costa tunisina. Tutte le città più importanti della Sicilia sud orientale furono sconvolte. Catania fu quasi interamente distrutta, così come Acireale e tutti i piccoli insediamenti sparsi sul versante orientale dell'Etna. Distruzioni vastissime si verificarono in tutti i centri della Val di Noto: Vizzini, Sortino, Scicli, Ragusa, Palazzolo Acreide, Modica, Melilli, Lentini, Ispica, Occhiolà, Carlentini, Avola, Augusta, Noto. Crolli molto estesi subirono Siracusa, Caltagirone, Vittoria, Comiso. In complesso sono 70 i centri nei quali si verificarono danni uguali o maggiori al IX grado MCS. Crolli e danni gravi subirono anche Messina e alcuni centri della costa nord-orientale, fra cui Patti e Naso; lesioni e crolli parziali si ebbero a Palermo, Agrigento, Reggio Calabria e, più gravi, a Malta; danni più leggeri, si ebbero in alcuni centri della Calabria meridionale.

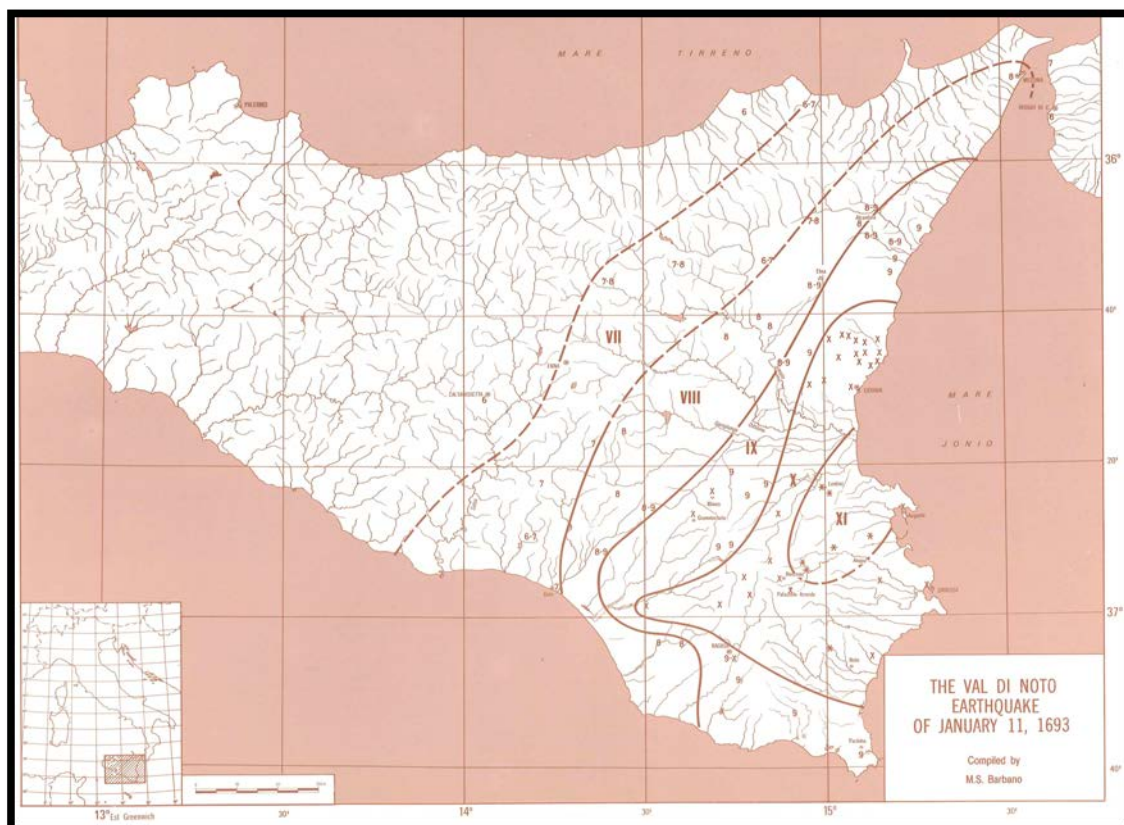


Figura 13 - Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Terremoti del 1783, $I_{max}=9.5$, $M_e=6.2$: il 5 febbraio 1783 iniziò un periodo sismico, protrattosi per più di tre anni, che presentò 5 massimi di attività: 5 febbraio, 6 febbraio, 7 febbraio, 1 marzo e 28 marzo 1783, e varie centinaia di scosse minori, che ebbero effetti cumulativi devastanti su un territorio di varie migliaia di kmq. In meno di due mesi, a partire dal 5 febbraio fino al 28 marzo, gli epicentri delle scosse principali si spostarono dalla regione dell'Aspromonte all'istmo tra il golfo di Sant'Eufemia e il golfo di Squillace. La scossa del 5 febbraio 1783 ebbe un'area di risentimento estesa a tutta la Sicilia e a gran parte dell'Italia meridionale, dalla costa amalfitana al Salento. L'area dei maggiori effetti si situa nel versante tirrenico dell'Appennino calabrese, in una regione corrispondente ai Piani d'Aspromonte e alla Piana di Gioia Tauro, delimitata a sud dal massiccio aspromontano e a nord dalla catena delle Serre. Il terremoto ebbe effetti devastanti in 25 paesi; in altri 23 ci furono crolli estesissimi; in 49 località vi furono crolli gravi diffusi; altre 117 località subirono effetti distruttivi. La scossa del 6 febbraio 1783 causò danni gravissimi a Scilla e a Messina; la scossa del giorno successivo, 7 febbraio, fu avvertita in una vasta area compresa tra Messina e Matera e causò nuove distruzioni nei centri dei Piani d'Aspromonte e della Piana di Gioia Tauro, già gravemente danneggiati dalla scossa del 5 febbraio. L'area epicentrale di questa scossa si spostò in direzione nord – est rispetto a quelle dei terremoti precedenti, verso le valli del Mesima e del Marepotamo, sul versante tirrenico della catena delle Serre. Il terremoto fu completamente distruttivo in 20 località; altre 28 subirono crolli gravi diffusi; in 47 località causò effetti distruttivi diffusi. La scossa dell'1 marzo 1783 fu avvertita in un'ampia regione compresa tra Messina e Scalea e, rispetto ai precedenti eventi sismici, ebbe l'area dei massimi effetti spostata ancora più a nord, lungo la dorsale appenninica. A causa di questa scossa si ebbero effetti distruttivi a Polia e a Poliolo e danni molto gravi a Castelmonardo e Francavilla Angitola, centri del bacino dell'Angitola. La scossa del 28 marzo fu sentita in tutta l'Italia meridionale, dalla Sicilia a Napoli, alla Puglia meridionale. L'area dei massimi effetti è collocata nella regione istmica a sud di Catanzaro, sia sul versante ionico che su quello tirrenico: rappresenta la localizzazione più settentrionale tra le aree di maggiore danneggiamento dell'intero periodo sismico. La scossa ebbe effetti catastrofici in 12 località; altre 25 subirono effetti distruttivi; gravi danni si registrarono in 71 paesi. La scossa del 26 aprile 1783, in precedenza classificata di VIII – IX grado MCS, causò danni soltanto a Milazzo e fu sentita fortemente a Messina; si tratta perciò di un evento piuttosto marginale e notevolmente sovrastimato. La successione delle violentissime scosse avvenute tra il 5 febbraio e il 28 marzo 1783, caratterizzata da una migrazione degli epicentri lungo la catena appenninica in direzione nord – est, diede luogo ad ampie aree di

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

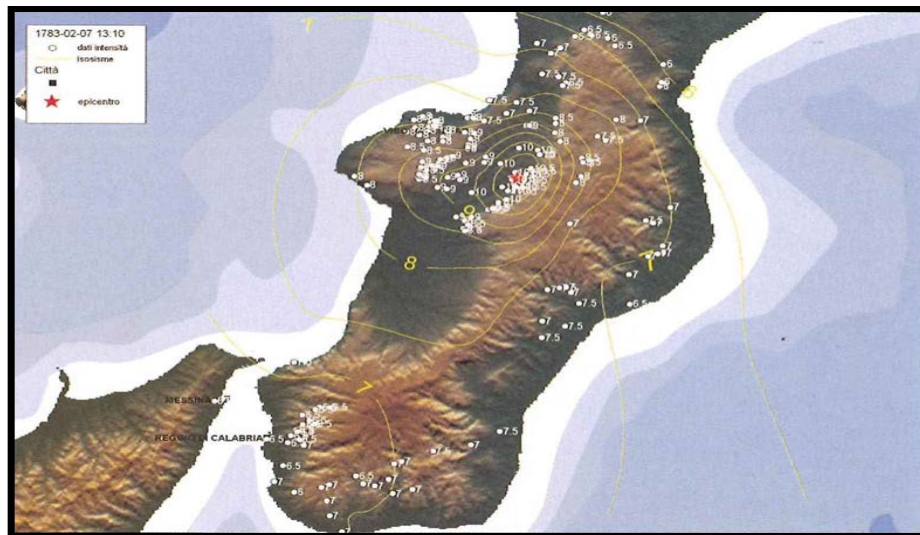


Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)

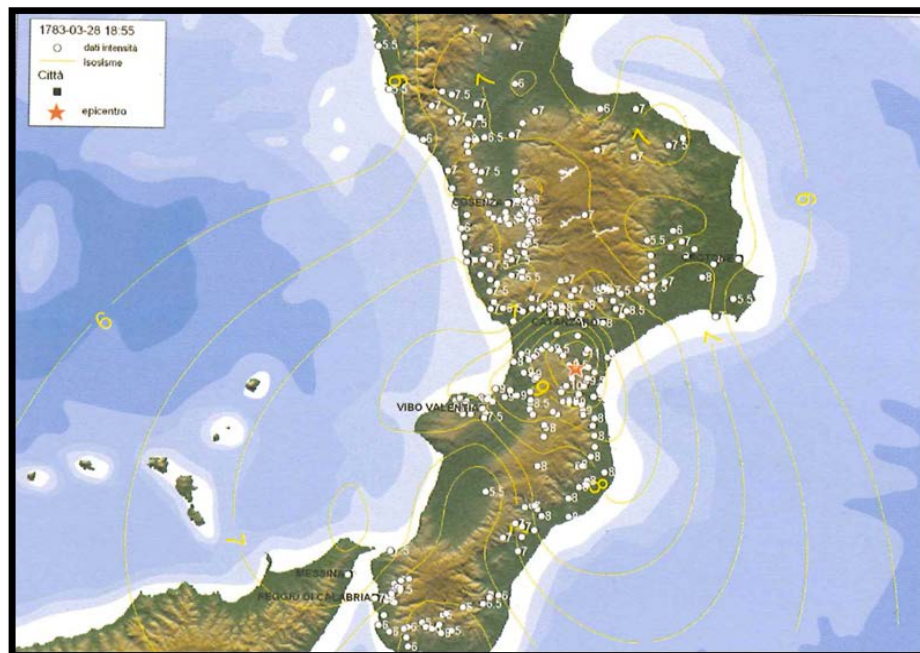


Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Terremoto del 10.03.1786, ore 14:10, lat=38.1, lon=15.017, $I_{max}=9$, $M_e=6.2$: la scossa avvenne alle ore 20:45 italiane (14:10 GMT ca.) del 10 marzo e colpì soprattutto le località della Sicilia settentrionale affacciate sul golfo di Patti. Gravi distruzioni si ebbero, in particolare, a Oliveri, San Piero Patti e Scala; crolli e gravi dissesti a Milazzo e a Patti. A Naso furono notevolmente danneggiate 72 case e vari edifici religiosi; a Messina caddero alcuni muri degli edifici in ricostruzione dopo i terremoti del 1783.

Terremoto del 20.02.1818, ore 18:15, lat=37.60, lon=15.12, $I_{max}=9.5$, $M_e=6.2$: la scossa del 20 febbraio avvenne alle ore 1:10 italiane (18:15 GMT ca.); interessò la regione etnea e fu avvertita fortemente in tutta la Sicilia e, più leggermente, nella Calabria meridionale e a Malta. Gli effetti più gravi riguardarono l'immediato entroterra di Acireale: le borgate di Aci Consolazione e Aci Santa Lucia furono pressoché completamente distrutte; crolli estesi a gran parte dell'abitato si verificarono ad Aci Catena, Aci Platani, Aci San Filippo e Aci Sant'Antonio. Complessivamente quasi 60 centri subirono crolli di edifici o danni generalizzati al patrimonio edilizio, compresi alcuni paesi dei versanti settentrionale e occidentale dell'Etna; in altre 40 località circa avvennero danni più leggeri. In generale, la presenza di scadenti tipologie edilizie amplificò dovunque gli effetti del terremoto. A Catania, in base ai rilievi condotti dall'Intendenza, 1768 case risultarono danneggiate, di queste oltre il 35% furono dichiarate cadenti e dovettero essere puntellate o demolite. La città era stata interamente ricostruita dopo il terremoto del 1693, era quindi "nuova" dal punto di vista dello stato di conservazione del patrimonio edilizio. Le perizie attestano che il terremoto danneggiò edifici caratterizzati da evidenti e gravi difetti di costruzione: molte case non erano dotate di fondamenta sufficientemente solide, altre erano state innalzate o ampliate in un secondo momento, causando uno squilibrio tra la mole delle costruzioni e le fondazioni. L'1 marzo, alle ore 9:30 italiane (2:45 GMT ca.), una seconda violenta scossa colpì la Sicilia orientale, in particolare la regione Iblea, danneggiando gravemente Militello in Val di Catania, Mineo, Ragusa, Vizzini e numerosi altri centri. La scossa causò ulteriori leggeri danni a Catania e fu sentita fortemente nell'acese.

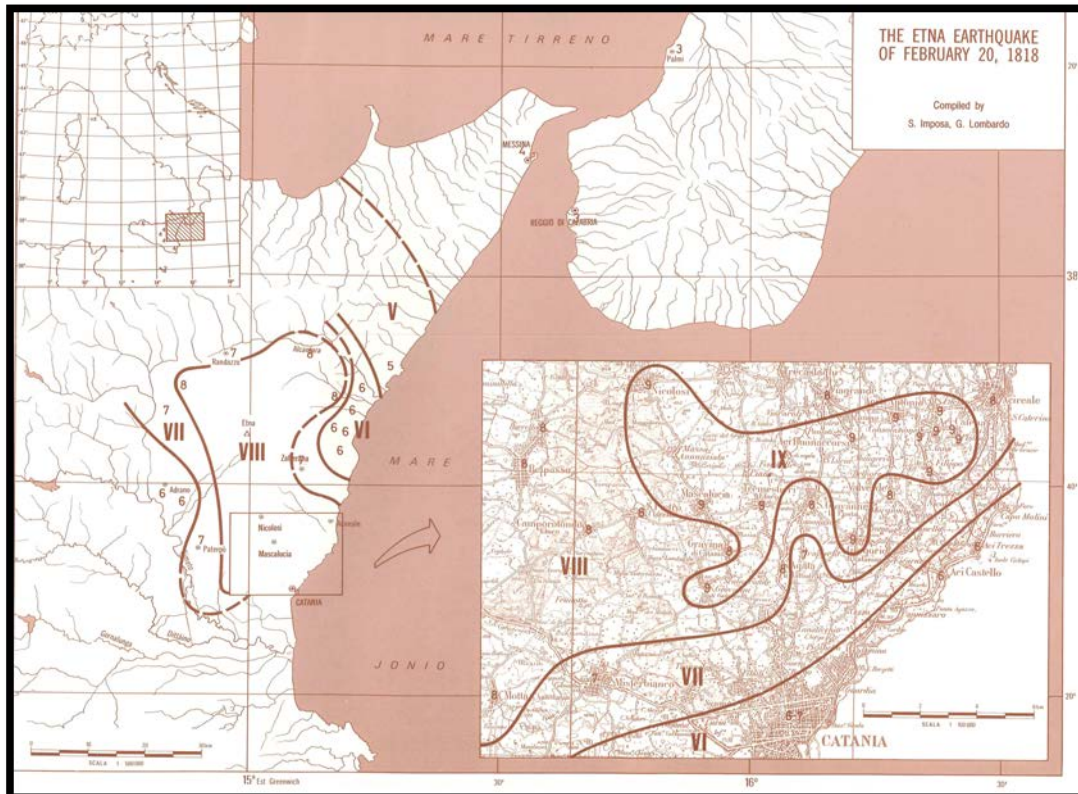


Figura 17 - Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)

Terremoto del 08.08.1894, ore 05:16, lat=37.65, lon=15.12, $I_{max}=9.5$, $M_e=5.1$: la scossa principale avvenne alle ore 5:16 GMT e causò effetti distruttivi in un'area ristretta (14 kmq ca.) del versante sud-orientale dell'Etna. Le località più colpite furono alcune borgate e contrade dei comuni di Zafferana Etnea e Acireale (Mazzasette, Pisano, Scacchieri, Fleri, Zerbate) dove gran parte delle abitazioni crollarono o divennero inabitabili. Crolli e gravi lesioni si verificarono in altre 15 località circa. Ad Acireale il terremoto causò leggeri danni in alcuni edifici civili e religiosi; a Catania e in molti centri della provincia fu avvertito fortemente, ma senza danni.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Terremoto del 08.09.1905, ore 01:43, lat=38.67, lon=16.05, $I_{max}=10.5$, $M_e=6.9$: il terremoto si manifestò con maggiore violenza nell'area compresa fra Aiello, in provincia di Cosenza, fino al massiccio del monte Poro, su cui sono situati Monteleone (l'odierna Vibo Valentia), Triparni, Cessaniti, Piscopio, San Gregorio, Zammarò, Pargheliae Zungri. In 37 paesi i crolli interessarono la grande maggioranza degli edifici, quando non la loro totalità. A Pizzo, molti edifici divennero inabitabili e a Vibo Valentia fu danneggiata soprattutto la parte bassa della città, tanto che le strade furono descritte come un cumulo di macerie. I paesi maggiormente colpiti furono quelli verso la costa tirrenica, fra i capi Suvero e Vaticano; i meno colpiti furono quelli compresi nell'estremità meridionale della Calabria. Danni si verificarono anche alle isole Eolie e in circa 30 comuni della provincia di Messina. Il terremoto fu avvertito distintamente in tutta l'Italia meridionale e nella Sicilia orientale: la scossa fu sentita in modo molto sensibile a Catania, nella zona etnea, ad Augusta e a Siracusa, in modo più leggero fino a Palermo. In Basilicata il terremoto fu avvertito sensibilmente a Rionero in Vulture e a Nova Siri e causò qualche danno a Colobraro; si sentì una forte scossa a Taranto e ad Andria, più leggera a Lecce. La scossa fu avvertita anche a Napoli.

Terremoto del 28.12.1908, ore 04:20:27, lat=38.15, lon=15.683, $I_{max}=11$, $M_e=7.1$: il terremoto del 28 dicembre 1908 è considerato uno degli eventi di più elevata magnitudo della storia sismica italiana e, dal punto di vista degli effetti, rappresentò una autentica catastrofe, sia per l'altissimo numero di morti, sia perché distrusse due città importanti come Messina e Reggio Calabria. La ricostruzione del quadro complessivo di un disastro di tale portata è influenzata da alcuni fattori preesistenti. Per comprendere adeguatamente l'impatto di questo evento sismico è infatti necessario ricordare che, se si escludono le due città dello Stretto e 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 molto vulnerabili dal punto di vista sismico; l'età e il degrado dei manufatti erano elevati; la manutenzione scarsa o inesistente. Inoltre, in molte località calabresi, gli effetti di questo terremoto si sovrapposero ai danni, non adeguatamente riparati, dei 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. Nel Messinese l'area delle distruzioni pressoché totali fu ristretta e comprese, oltre a Messina, 13 località dell'immediato entroterra della città e delle estreme propaggini settentrionali dei monti Peloritani, fino alla costa



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

tirrenica. Per quanto riguarda la città di Messina, il terremoto, con il maremoto e gli incendi che lo seguirono, distrusse completamente il tessuto urbano (abitazioni, edifici pubblici civili ed ecclesiastici, infrastrutture). Le costruzioni che resistettero furono incredibilmente poche: secondo le statistiche ufficiali del Ministero dei Lavori pubblici, soltanto due case risultarono illese. Tutti gli altri fabbricati furono o distrutti totalmente o completamente sventrati: ne rimasero in piedi solo le pareti esterne, mentre collassarono tetti, solai, muri divisorii, scale. In Calabria il terremoto ebbe effetti distruttivi in una regione molto più estesa, comprendente tutto il versante occidentale del massiccio dell'Aspromonte. A Reggio le distruzioni furono di entità leggermente inferiore rispetto a Messina; tuttavia nei rioni più popolari della città i crolli totali furono estesissimi e in molti edifici sprofondarono tutte le strutture interne. Il terremoto fu quasi totalmente distruttivo in diversi centri abitati importanti come Calanna, Sant'Alessio e Sant'Eufemia in Aspromonte, Villa San Giovanni, e in tutte le località della riviera sia a nord che a sud di Reggio, che furono devastate anche dal grande tsunami che seguì la scossa. Distruzioni estese fino a circa il 50% degli edifici furono riscontrate in 35 località, fra cui, in Calabria, alcuni paesi posti sul versante ionico dell'Aspromonte. L'area all'interno della quale gli effetti del terremoto furono gravi, con crolli totali limitati, ma molti edifici gravemente lesionati e resi inabitabili, fu molto vasta e comprese oltre 170 località. Tale area include, in Calabria, la piana di Gioia Tauro, la Grecanica, la Locride e arriva fino alla penisola di capo Vaticano e alle località dell'istmo di Marcellinara, in provincia di Catanzaro; in Sicilia, comprende tutto il versante ionico dei Peloritani fino alle pendici nordorientali dell'Etna. Secondo i dati statistici rilevati dal Ministero dei Lavori pubblici, approssimati per difetto, nelle tre province di Messina, Reggio Calabria e Catanzaro (che all'epoca comprendeva anche l'attuale provincia di Vibo Valentia), le case distrutte o demolite furono oltre 40.000; quelle gravemente danneggiate e rese totalmente o parzialmente inabitabili circa 33.000; quelle lesionate circa 68.000. La popolazione rimasta senza tetto fu certamente superiore a 120.000 persone. Danni più leggeri, con lesioni in genere non gravi e in un numero complessivamente limitato di case o edifici pubblici, furono rilevati in oltre 350 centri abitati sparsi su un'area estesa a nord fino alle province di Crotone e Cosenza; in Sicilia fino ad alcune località delle province di Enna, Caltanissetta, Agrigento e Ragusa. La scossa fu sentita dalle persone in un'area vastissima: in direzione nord fino all'isola d'Ischia e alla provincia di Campobasso; verso est fino al Montenegro, all'Albania e alle isole Ionie della Grecia; verso sud fu sensibile fino all'arcipelago maltese; a ovest fino a Ustica.

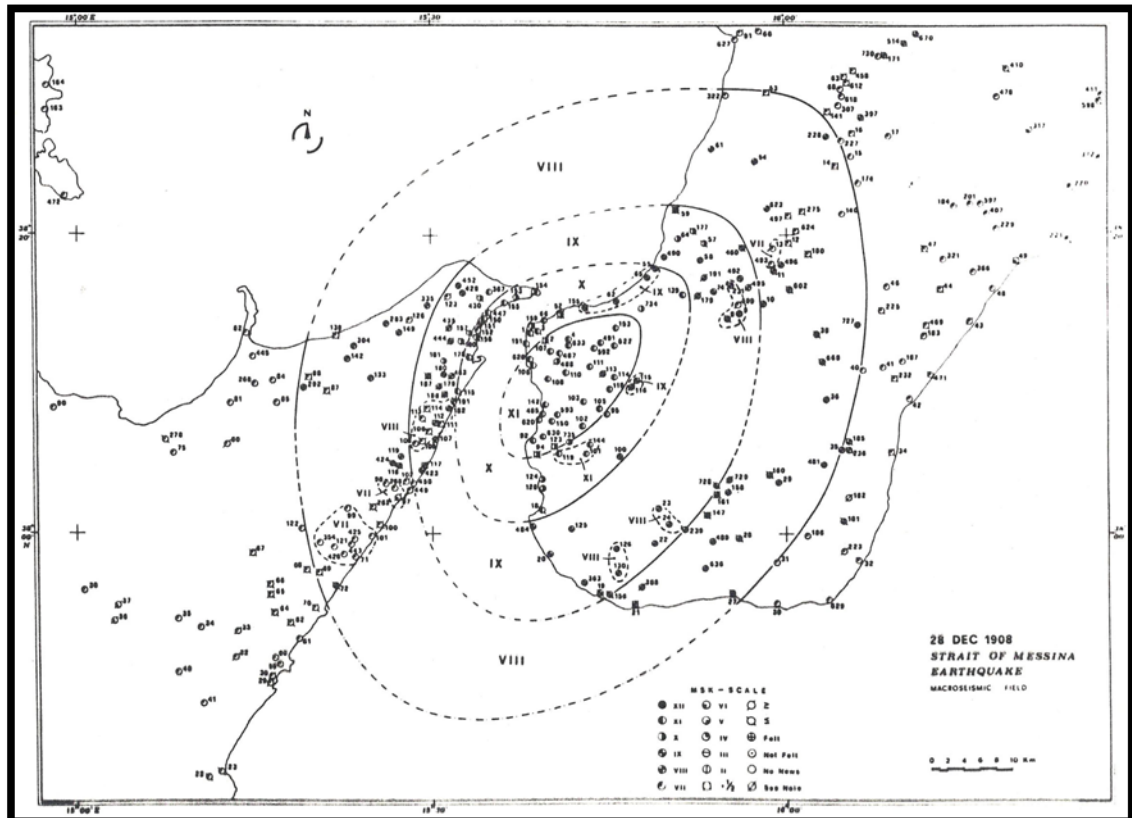


Figura 18 - Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari *et al.*, 1984)

5.2 Strutture sismogenetiche e faglie attive

Il riferimento di base per la ricostruzione del quadro della sismogenesi è costituito dal Database of Individual Seismogenic Sources (DISS di BASILI *et al.*, 2008) disponibile per il territorio italiano, rappresentato in Figura 19.

In particolare le aree sismogenetiche in questo rappresentate, più significative ai fini della presente trattazione ed a cui possono essere riferiti gli eventi sopradescritti sono:

- A) Strutture dei graben della Catena Costiera Calabra, dove si può localizzare la crisi sismica del 1783.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- B) Strutture dello stretto di Messina a cui possono essere ascritti gli eventi del 1905 e del 1908.
- C) Struttura sismogenetica Patti - Isole Eolie.
- D) Strutture dell'area etnea in cui, generalmente, si registra una sismicità di tipo superficiale che limita gli effetti più gravi a circoscritti ambiti del distretto etneo.
- E) Strutture del Plateau Ibleo -Avanfossa.
- F) Sistema Ibleo Maltese, a cui possono essere attribuiti, anche se con qualche incertezza, i sismi del 1169, del 1542 e del 1693.
- G) Sistema trascorrente Scicli-Ragusa-Monte Lauro.

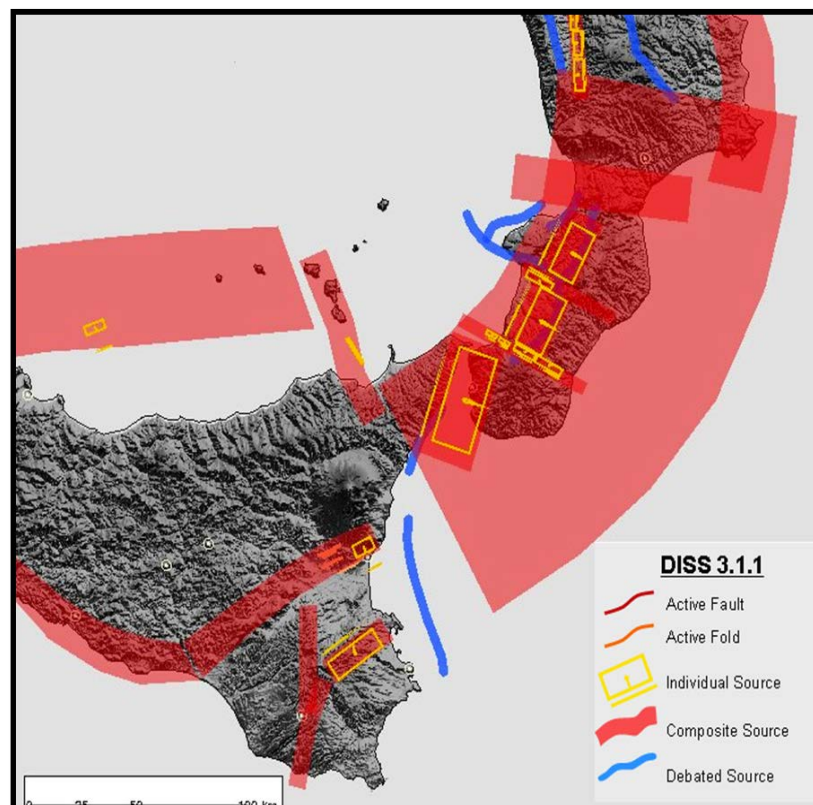


Figura 19 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of Individual Seismogenic Sources (Basili *et al.*, 2008)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Nella Figura 20, estratta dal catalogo della sismicità italiana 1981 - 2002 (INGV, 2011) è mostrata, ai fini di un utile confronto, la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area di studio tra il 1981 e il 2011 con una indicazione della classe di magnitudo.

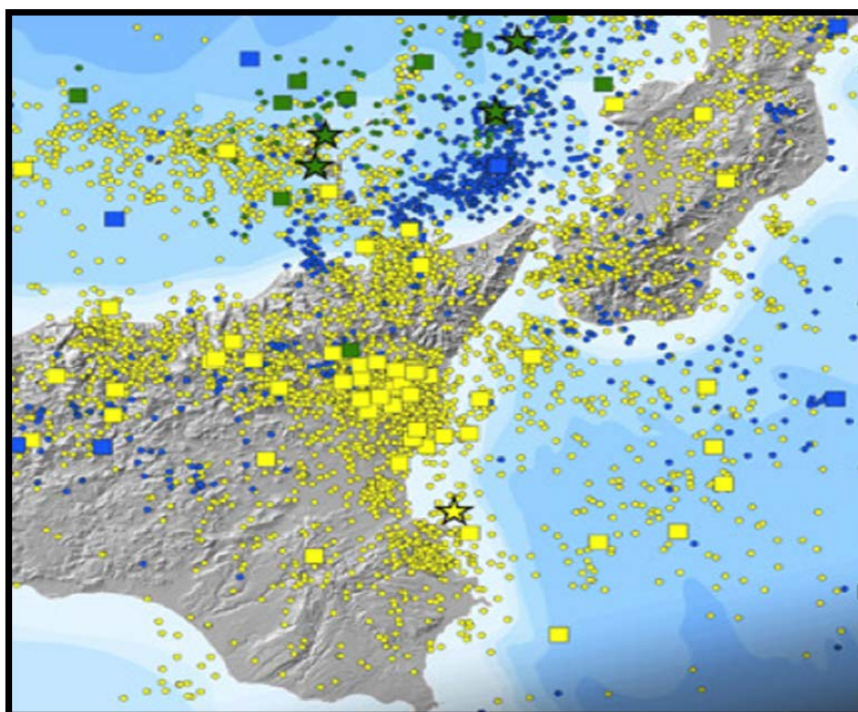


Figura 20 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

5.3 Sismicità storica del comune di Priolo Gargallo

Il territorio comunale di Priolo Gargallo ricade ad E del Sistema Ibleo Maltese e direttamente nell'ambito della struttura sismogenetica Scicli-Ragusa-Monte Lauro in un settore caratterizzato dalla massima attività sismica dell'area. Infatti alla prima di queste strutture si può attribuire la sorgente del terremoto del 11.01.1693 (XI MCS; M_w 7,41) che rappresenta l'evento di riferimento per l'area in esame del territorio comunale di Priolo Gargallo che ricade tra l'area mesosismica e quella dell'isosista di X MCS di tale evento.

Nella Tabella 3 è riportata la storia sismica estraibile dal DBMI11 (LOCATI *et al.*, 2011) che riferisce al terremoto dell'11.01.1848 il primo risentimento, di cui sono riportate notizie nel comune di Priolo Gargallo. In quell'occasione nel database vengono annotati effetti di V-VI MCS, mentre i massimi effetti macrosismici (VI-VII MCS) si sono registrati in occasione del sisma del 13.12.1990. Deve però osservarsi che sebbene la nascita ufficiale del comune di Priolo Gargallo si data al 12 luglio del 1979, l'inizio dell'urbanizzazione dell'attuale centro abitato risale al 1807 anno in cui il barone Tommaso Gargallo ottenne l'autorizzazione, dal re Ferdinando III di Borbone, a popolare il feudo di Priolo. Il primitivo nucleo urbano ottocentesco che contava 40 case, una piazzetta, l'attuale Piazza dei quattro canti, ed una chiesa, dopo le leggi di eversione feudale divenne una frazione di Siracusa.

Prima ancora il comparto territoriale registra vari insediamenti, fin dall'epoca pre-ellenistica, stabilizzati dalla dominazione normanna con l'introduzione della divisione feudale della terra, che costituisce la base delle odierne divisioni amministrative, in cui il feudo di Priolo prima annesso alla contea di Augusta fu acquistato, nel 1580, dalla potente famiglia Platamone passando, poi nel XVIII secolo, di proprietà della famiglia Gargallo.

Per queste vicende la locale collezione storico archivistica dispersa e lacunosa si riflette nell'incompletezza dei dati presenti nel DBMI11 che non rappresentano la reale situazione di un territorio severamente colpito, per analogia con le aree limitrofe, dagli effetti del terremoto del 11.01.1693.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Storia sismica di Priolo Gargallo [37.157, 15.186]						
Numero di eventi: 5						
Effetti	In occasione del terremoto del:					
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
5-6	1848 01 11 12:00	Golfo di Catania	41	7-8	5.45	±0.39
4	1978 04 15 23:3	Golfo di Patti	332		6.06	±0.09
6-7	1990 12 13 00:2	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64	±0.09
NF	2001 01 09 02:51	ZAFFERANA ETNEA	104	6	3.71	±0.26
NF	2004 12 30 04:0	Monti Iblei	49	5	4.17	±0.17

Tabella 3 - Storia sismica del comune di Priolo Gargallo (DBMI11 Locati *et al.*, 2011); I_s è l'intensità macrosismica risentita (MCS); A_x l'area epicentrale; N_p è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; I_0 è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); M_w è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

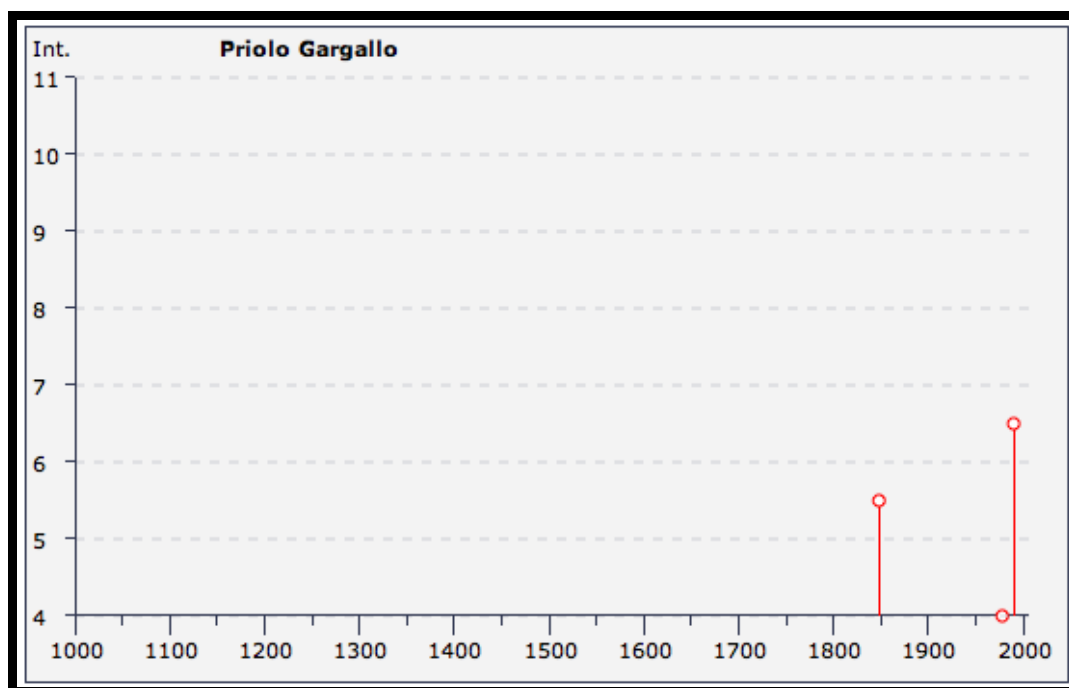


Figura 21 - Grafico della storia sismica di Priolo Gargallo (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)

Per la definizione quantitativa della pericolosità sismica di base, si può fare riferimento ai valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (Figura 22) con probabilità di eccedenza del 2, 5, 10, 22, 30% in 50 anni riferita a suoli rigidi (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>).

Le stime del Parametro di scuotimento (PGA) sono state determinate con la tecnica di analisi statistica degli effetti valutati sulla base dei dati contenuti nei cataloghi sismici, proposta da CORNELL (1968), da BENDER & PERKINS (1987) e dal Gruppo di Lavoro MPS (2004); la loro incertezza è espressa mediante percentili, nell'assunto che il catalogo sia un campione rappresentativo dell'intera popolazione di eventi possibili con effetti significativi nel sito considerato.

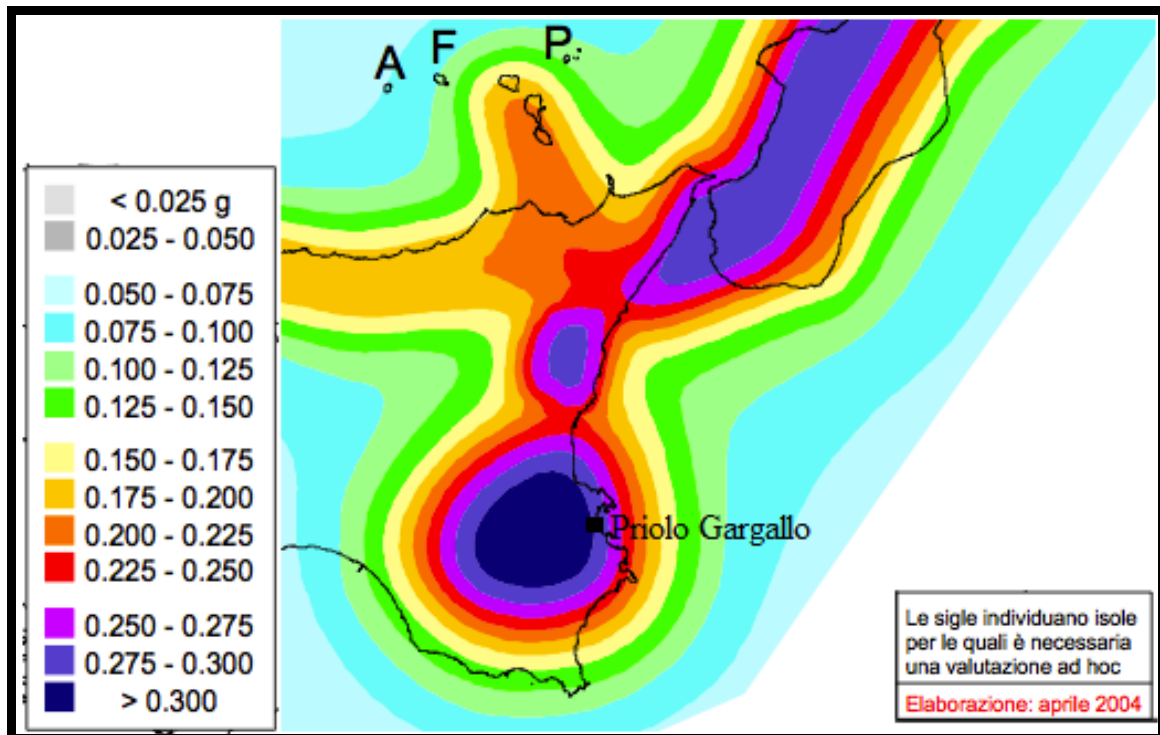


Figura 22 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

I valori di PGA pubblicati sul sito INGV, risultano riferiti a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s) e sono restituiti in una mappa di pericolosità sismica generata da una griglia di valori con maglia di $3,5 \times 3,5$ km. Per un generico sito il calcolo è eseguito mediante la media pesata della distanza del sito considerato dai quattro vertici della griglia dei valori di accelerazione, entro cui questo ricade:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i valori relativi al Parametro di scuotimento (PGA), stimati per il territorio comunale di Priolo Gargallo, per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o in modo equivalente per differenti periodi di ritorno.

Parametro di scuotimento PGA (g)		Probabilità in 50 anni/Periodo di ritorno				
		2%	5%	10%	22%	30%
		2475a	975a	475a	201a	140a
Percentile	16	0,422	0,278	0,193	0,122	0,100
	50	0,553	0,349	0,244	0,152	0,121
	84	0,652	0,435	0,290	0,173	0,140

Tabella 4 - Valori di PGA stimati per il comune di Priolo Gargallo per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV e risultano riferiti a suoli rigidi



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

6 METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI

Nel presente capitolo viene esplicitata la procedura informatica seguita per l'inserimento dei dati nel database del progetto che di fatto è la base per la redazione della presente nota illustrativa.

In merito all'acquisizione informatica delle indagini fornite dal Comune di Priolo Gargallo si è proceduto al caricamento delle stesse all'interno delle più recenti strutture dati fornite dalla Protezione Civile, rappresentate cioè dai database MS Access *Cdl_tabelle.mdb* e *Indagini.mdb*, nella versione 2.0.

Nello specifico, il Comune di Priolo Gargallo ha provveduto a fornire i seguenti elaborati tecnici:

Nome documento	Descrizione	Data
Relazione Geologica	Studio Geologico di supporto alla Revisione del P.R.G.	Giugno 2011
Relazione Geologica	Studio Geologico per il Piano Particolareggiato della zona di espansione CP/1	Giugno 2011
Relazione Geologica	Studio Geologico per il Piano Particolareggiato della zona di espansione CP/2	Giugno 2011

Le indagini condotte in occorrenza della revisione del P.R.G. sono relazionate nel documento "Relazione sulle Indagini" che fa parte integrante dello studio geologico sopra citato. Si è inoltre provveduto a realizzare una nuova campagna indagini caratterizzata da 16 misure di microtremore a stazione singola.

Sulla base delle indagini pregresse e di nuova acquisizione si è proceduto pertanto al popolamento delle tabelle presenti nel database *Cdl_tabelle.mdb* ed alla contemporanea localizzazione delle indagini all'interno delle features puntuale e lineare presenti nel GeoDB *Indagini.mdb*. L'editing delle indagini è stato effettuato a partire dalla localizzazione presente nell'elaborato cartografico raster (CTRN alle



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

scale 1:10.000 e 1:2.000; ortofoto 2008) fornito dal gruppo di lavoro che si è occupato di svolgere le indagini.

L'attività di popolamento del database *Cdl_tabelle.mdb* ha portato all'inserimento delle seguenti indagini e relativi parametri, raggruppati per classe e tipologia di indagine, e distinti fra indagini puntuali e indagini lineari:

Indagini Puntuali			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	HVSR	FR	16
GG	SC	CAM	4
GG	SS	L	13
GL	SM	AR	1
GL	SM	E1	2
GL	SM	IP	1
GL	SM	LM	1
GL	SM	PV	2
GL	SM	SA	1
GL	SM	W	1
GL	TD	C	1
GL	TD	F1	1
GS	SPT	F1	2
GS	SPT	SPT	2
IG	SP	SG	1
Indagini Puntuali			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	MASW	VS	26

Per il comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di 28 siti di indagine puntuali, caratterizzati da un totale di 36 indagini e 75 parametri.

Durante le attività di popolamento del database *Cdl_tabelle.mdb* si è provveduto inoltre, per le tipologie di dati che prevedevano un intervento interpretativo, a definire ed attuare alcune convenzioni. Le convenzioni utilizzate vengono riportate di seguito e descritte per singola tabella.

Tabella Sito Puntuale

I valori di quota del campo *quota_sml* sono stati ricavati direttamente dal DTM fornito dalla Regione Siciliana tramite servizio WMS e, quando il dato non era ancora



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

disponibile, dalla CTRN alla scala 1:10.000 sempre fornita dalla Regione. Le coordinate inserite nei campi *coord_x* e *coord_y* sono state prelevate mediante strumenti software dalla base cartografica CTRN alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana. Per quanto concerne gli indirizzi del campo *indirizzo* questi sono stati estrapolati confrontando l'ubicazione del sito di indagine presente in relazione con lo stradario, prendendo in considerazione la via più vicina. Nei casi in cui non fossero presenti tratti stradali per un determinato sito si è provveduto ad indicare il nome della località o di un manufatto nelle immediate vicinanze (es. “nei pressi dello svincolo autostradale”). Il valore del campo *data_sito* è stato ottenuto impostando il valore predefinito “now” che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell’inserimento del dato.

Tabella Indagini Puntuali

Il campo *id_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine (es. S1SPT3: indagine SPT n. 3 del sondaggio 1).

Tabella Parametri Puntuali

La valorizzazione del campo *attend_mis* è stata eseguita inserendo sempre il valore “1” quando in relazione il relativo dato è risultato leggibile e frutto di una misurazione strumentale.

Tabella Sito Lineare

Si è provveduto a popolare il campo *note_sito* con la dicitura dell’oggetto della relativa relazione geologica. I valori di quota del campo *Aquota* e *Bquota* sono stati prelevati direttamente dal DTM fornito dalla Regione Siciliana tramite servizio WMS e, quando il dato non era ancora disponibile, dalla CTRN alla scala 1:10.000 sempre fornita dalla Regione. Le coordinate inserite nei campi *Acoord_x*, *Acoord_y*, *Bcoord_x* e *Bcoord_y* sono state estrapolate mediante strumenti software dalla base cartografica CTRN alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana. Il valore del campo



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

data_sito è stato ottenuto impostando il valore predefinito “now()” che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell’inserimento del dato.

Tabella Indagini Lineari

Il campo *id_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine. Non sempre nella documentazione analizzata è stato possibile risalire alla data dell’indagine, vuoi perché non presente, vuoi perché illeggibile; in particolare vengono spesso riportati i risultati di indagini delle quali si conosce soltanto l’anno di esecuzione. In tali casi si è provveduto ad inserire nel campo *data_ind* il primo giorno del primo mese dell’anno di riferimento (es. indagine eseguita nel 2001, *data_ind*: 01/01/2001).

Tabella Parametri Lineari e Tabella Curve

Le tabelle non sono state popolate nel primo caso perché, per le indagini inserite, le specifiche non prevedono il caricamento di parametri e nel secondo a causa dell’assenza di dati tabellari nella documentazione fornita dal Comune di Priolo Gargallo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

7 ELABORATI CARTOGRAFICI

Sulla base di quanto precedentemente esposto, integrato con le informazioni di carattere geologico - tecnico (indagini geognostiche, prove di laboratorio, indagini geofisiche), acquisite durante la fase di censimento dati, è stato possibile suddividere le diverse unità stratigrafiche secondo i criteri geologico - tecnici definiti nell'ICMS ai fini della Microzonazione Sismica. E' opportuno precisare che il livello conoscitivo derivante dall'analisi degli studi geologico tecnici condotti nell'area risultano fortemente condizionati sia nel numero sia nella distribuzione areale dei dati necessari per condurre uno studio di Microzonazione Sismica. È pertanto necessario prevedere per la successiva fase un approfondimento sia in termini di rilevamento geologico - tecnico sia in termini di indagini geognostiche e di laboratorio, per colmare le lacune conoscitive relative alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi e dei terreni e di conseguenza aggiornare la carta geologico - tecnica.

In accordo con le specifiche riportate negli ICMS le unità litostratigrafiche affioranti nell'area sono state suddivise nelle due classi previste e precisamente:

- terreni di copertura – all'interno di questa categoria sono state inserite le unità geologiche di copertura aggregate in funzione della litologia, dello stato di addensamento o consistenza e dell'ambiente genetico e deposizionale. Pertanto nella tabella di seguito proposta si riportano le unità litostratigrafiche e la relativa classificazione a standard ICMS e 2.0 Beta II:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato	Gen
<i>Riporto</i> - depositi incoerenti con assetto caotico, costituiti da blocchi e ciottoli con trovanti di natura antropica (non sono noti gli spessori di questi depositi)	RI – Terreni contenenti resti di attività antropica	13	zz
<i>Depositi alluvionali attuali e recenti</i> - depositi incoerenti alluvionali, di natura continentale costituiti da ciottoli eterometrici e ghiaie arrotondate, subordinatamente limi e sabbie. Si trovano negli alvei delle incisioni che solcano il territorio esaminato. Presentano giacitura spesso lentiforme e spessore variabile.	GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14/13	tf

- substrato geologico rigido o non rigido – all'interno di questa categoria sono state inserite le unità geologiche del substrato aggregate in funzione della litologia, dello stato di coesione. Pertanto nella tabella di seguito proposta si riportano le unità litostratigrafiche e la relativa classificazione a standard ICMS e 2.0 Beta II:

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Calcareniti (Paleocene – Eocene) – i termini del paleocene sono dati da calcareniti bianche in strati centimetrici, ricche in macroforaminiferi, da calcareniti grigio chiare in strati centimetrici a Nummuliti, calcari beige in bianchi decimetri a Nummuliti. Alla base sono intercalate brecce e megabrecce a macroforaminiferi. I termini dell'Eocene medio sono rappresentati da calcareniti a macroforaminiferi, coralli, alghe calcaree o brecce a macroforaminiferi.	LP - Lapideo	22



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Vulcanoclastiti (Cretaceo superiore) - prodotti lavici submarini, rappresentati da vulcanoclastiti a grana fine, breccie eterometriche di lave basaltiche cementate dal materiale argilloso, da filoni basaltici massivi nerastri.		
Calcari (Cretaceo superiore) - calcari detritico-organogeni a grana media, talvolta dolomitizzati, e breccie calcaree biancastre. Si presentano stratificati in strati e banchi, con giacitura suborizzontale o con una pendenza blanda.		
Formazione dei Monti Climiti (Oligocene – Miocene) - calcareniti da fini a grossolane bianco-giallastre friabili e calcari marnosi passanti verso l'alto e lateralmente a calcareniti e calciruditi ad alghe, e briozoi di colore bianco-giallastro, irregolarmente stratificate e carnificate.		
Sabbie e Calcareniti -“Panchina” (Pleistocene medio) - sabbie grossolane e calcareniti organogene, da debolmente a mediamente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata. I litotipi calcarenitici presentano una intensa fratturazione.	GRS – Granulare stratificato	22
Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore) - calcareniti e calciruditi organogene, tenere, si rinvencono in alternanza con sottili livelli sabbiosi poco cementati. La presenza di fossili è abbondante. Si presentano massive o irregolarmente stratificate, talvolta clinostratificate a media e grande scala, in strati variabili dal decimetro al metro, a giacitura suborizzontale.	AL – Alternanza di litotipi	24
Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore) - argille siltose e marnose grigio-azzurre con intercalazioni sabbiose, giallastre per alterazione nella parte sommitale. Si presentano massive o debolmente stratificate.	NR – Substrato geologico non rigido	24



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Da un punto di vista squisitamente informatico gli elaborati cartografici per gli studi di Livello 1 previsti dalla più recente versione delle specifiche di rappresentazione e archiviazione informatica (2.0 beta II, al momento della stesura della presente relazione), unitamente a quanto indicato nella convenzione fra il Dipartimento Regionale di Protezione Civile e la scrivente Università degli Studi di Messina, puntano ad illustrare l'attuale stato della conoscenza mediante la produzione della Carta delle indagini, della Carta geologico - tecnica, della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1) e della Carta delle frequenze.

Gli elaborati prodotti contengono la raccolta di tutte le informazioni fornite dal Comune Priolo Gargallo, integrate con la bibliografia scientifica di maggior rilievo, ed includono inoltre informazioni di recente acquisizione frutto delle indagini geofisiche realizzate ex novo, nonché dati provenienti da rielaborazioni informatiche effettuate su quanto già acquisito. Per una migliore comprensione di come si è operato per ottenere gli output cartografici finali oggetto della convenzione si procederà a descriverli uno per uno, ponendo l'accento non sulle modalità di archiviazione e rappresentazione, basate sulla scrupolosa analisi della documentazione tecnica fornita dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica, ma bensì sugli aspetti relativi alle modalità di aggregazione e rielaborazione dei dati di origine.

Carta delle Indagini

Questo elaborato è il frutto della rappresentazione cartografica a standard 2.0 beta II dei siti puntuali e lineari di indagine già caricati all'interno della banca dati Cdl_tabelle.mdb. Le scelte effettuate dal gruppo di lavoro riguardano unicamente due aspetti non dettagliati nella documentazione tecnica di riferimento e sono relativi alla scelta della colorazione della base cartografica ed alla impostazione degli elementi inseriti in legenda. In particolare la base cartografica è stata impostata sostituendo al colore nero il colore marrone (RGB 115, 70, 0) al fine di agevolare notevolmente la lettura sia dei simboli che delle relative etichette associate, mentre per la legenda si è scelto di inserire tutti i simboli relativi alle indagini, così come forniti dalla succitata Commissione tecnica, in modo tale da semplificare e velocizzare le attività di allestimento per la stampa.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

All'interno della carta in oggetto sono state inoltre inserite le indagini HVSR di nuova realizzazione.

Carta geologico - tecnica

L'elaborato in questione costituisce l'aggregazione delle informazioni di natura geologica effettuate dal gruppo di lavoro a partire dalla geologia e geomorfologia di base, integrata con le indagini geognostiche già implementate nella banca dati.

Per quanto concerne la rappresentazione delle unità geologico tecniche, suddivise in "Terreni di copertura" e "Substrato geologico rigido", archiviate all'interno della feature *Geotec*, si è proceduto mediante collezione, analisi, aggregazione e sintesi dei rilievi geologici provenienti da varie fonti, quali i rilievi geologici effettuati per il PRG comunale, la letteratura scientifica più recente e verifiche speditive di campagna. Per le unità geologiche così individuate, l'archiviazione informatica e la relativa rappresentazione cartografica è passata attraverso l'assegnazione dei codici sulla tipologia, sullo stato e sull'ambiente genetico-deposizionale, effettuata confrontando e normalizzando i dati di letteratura con i risultati delle indagini geofisiche, geognostiche e di laboratorio. La fase di aggregazione dei dati è stata invece effettuata aggregando affioramenti adiacenti con il medesimo codice *Tipo_gt*, ma differenziandoli sulla base dei campi *Stato* e *Gen*. In questo modo è stato possibile cartografare le seguenti unità geologico - tecniche:

Terreni di copertura						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
RI	Riporto	13	Poco addensato	zz	Altro	4
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	3
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	6
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GRS	Granulare cementato stratificato	22	Coesivo molto consistente	-	-	5
NR	Substrato geologico	24	Coesivo	-	-	2



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

	non rigido		moderatamente consistente			
LP	Lapideo	22	Coesivo molto consistente	-	-	1
AL	Alternanza di litotipi	24	Coesivo moderatamente consistente	-	-	4

Le medesime modalità di intervento sono state effettuate per gli elementi tettonico strutturali, frutto cioè della sintesi ed adeguamento a standard di diverse fonti. Per quanto riguarda invece le forme di superficie ed in particolare per gli orli di scarpata, per la loro individuazione si è operato mediante procedure informatiche che, nel dettaglio, hanno previsto la realizzazione un elaborato digitale che mostrasse, a partire dai valori delle singole celle del DTM, i dislivelli di quota in un intorno di circa 5m. Filtrando i risultati ottenuti per un range di valori compreso fra “10 – 20m” e > “20m” si è poi provveduto ad una verifica speditiva mediante DTM (2m), CTRN (agg. 2008) e Ortofoto (2008) ed infine all’editing delle geometrie relative agli orli di scarpata, suddivisi nelle due classi previste dalle specifiche di riferimento. Anche per l’individuazione delle creste si è ricorso ad una elaborazione numerica mediante GIS, sempre affiancata alle analisi di dettaglio della CTRN e delle Ortofoto, mediante la quale si è provveduto all’individuazione di tutti i bacini idrografici dell’area a partire dal DTM ed alla successiva selezione delle forme di interesse. Di seguito la sintesi delle strutture tettoniche e delle forme di superficie cartografate, archiviate all’interno della feature *Elineari*:

Faglia non attiva / frattura vulcanica cosismica		
Tipo_el	Descrizione	Numero
7011	Faglia diretta – tratto accertato	2
Altri elementi lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5051	Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)	18

Per quanto concerne l’identificazione dei picchi isolati, che come previsto dalle specifiche di riferimento rientrano all’interno della feature Epuntuali, si è proceduto attraverso la selezione dei punti quotati e delle curve di livello della CTRN 1:10.000 e



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

successivamente all'identificazione dei punti quota che ricadevano all'interno del contesto morfologico "picco isolato". Il risultato di questa analisi ha evidenziato che non sono presenti nell'area oggetto di studio contesti morfologici di "Picco isolato"

Gli elementi morfologici relativi alle forme di superficie e sepolte sono state ricavate attraverso l'analisi e l'integrazione di diverse fonti dati, quali la base cartografica CTRN scala 1:10.000, le carte geomorfologiche consegnate dal Comune di Priolo Gargallo e le carte geomorfologiche presenti in letteratura. Gli elementi così individuati sono stati cartografati e archiviati nella feature *Forme* secondo la seguente classificazione:

Forme di superficie e sepolte		
Tipo_f	Descrizione	Numero
4020	Falda detritica	4

Le stesse fonti dati, ulteriormente integrate con gli elementi di dissesto geomorfologico presenti nel PAI, sono state utilizzate per l'individuazione delle zone suscettibili di instabilità, il risultato di questa analisi non ha evidenziato zone soggette ad instabilità

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)

La realizzazione dell'elaborato da un punto di vista informatico ha previsto la semplice rappresentazione delle informazioni precedentemente elaborate e descritte nel capitolo dedicato alla descrizione della metodologia di individuazione delle microzone omogenee. A causa della scelta di rappresentare una più vasta porzione di territorio, anziché limitarsi alle sole aree di prescrizione individuate dal Comune di Priolo Gargallo, rispetto a quanto previsto dalla specifiche si è provveduto ad inserire il layer di tali aree, in modo da agevolare l'individuazione delle aree di interesse.

Carta delle frequenze

L'elaborato in questione è stato realizzato perché previsto dalla convenzione fra il DRPC e l'Università e prevede la rappresentazione delle indagini HVSR di nuova



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

realizzazione. In particolare si provveduto ad evidenziare per ciascun punto di misura i valori di frequenze e le relative amplificazioni secondo la seguente convenzione:

- in nero l'indicazione del valore della frequenza fondamentale e relativa amplificazione
- in blu l'indicazione del secondo valore di frequenza e relativa amplificazione
- n.a. nessuna amplificazione

Poiché le specifiche non prevedono degli standard di rappresentazione per la carta in oggetto si è provveduto a realizzare un layout ad hoc per l'inserimento nella presente relazione, per quanto concerne invece la metodologia di acquisizione si rimanda al capitolo dedicato.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8 GEOGNOSTICA E GEOFISICA

L'analisi geognostico – geofisica è stata basata su due set di dati: il primo costituito da tutti i dati disponibili e potenzialmente utilizzabili per gli scopi del presente studio, derivati dagli studi commissionati dall'Amministrazione Comunale di Priolo Gargallo a professionisti e ditte specializzate, allo scopo di supportare il progetto di revisione del P.R.G., le P.E. (Piano Particolareggiato di zone di espansione per il soddisfacimento del fabbisogno residenziale pubblico e privato) e studi geologici di salvaguardia del territorio comunale. Il secondo gruppo di dati è basato su misure di vibrazione del sottosuolo, eseguite, specificatamente per questo I Livello di Microzonazione Sismica, mediante uso del TROMINO®.

8.1 Strumentazione utilizzata

Per le registrazioni dei dati di campagna è stato usato un tromometro (misuratore di vibrazioni) digitale di ultima generazione concettualmente derivato da quello concepito nel 1870 da Timoteo Bertelli.

Tale strumentazione, commercializzata con la denominazione TROMINO®, è prodotta e brevettata da Micromed S.p.a. e possiede i vantaggi di essere estremamente compatta, leggera e dotata di una grande semplicità di utilizzo: Queste caratteristiche ne permettono il posizionamento e l'attivazione della registrazione quasi ovunque in pochi minuti.

La versione utilizzata per le acquisizioni di questa indagine è dotata di tre canali velocimetrici elettrodinamici, ad alta risoluzione, disposti secondo tre direzioni tra di loro ortogonali e smorzati criticamente.

Il segnale del microtremore, rilevato dai velocimetri, è inviato ad un convertitore integrato A/D a 24 bit, equivalenti a 128 Hz, e registrato in una scheda di memoria interna da 1 Gb: in questo modo sono stati evitati cavi di connessione



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

potenzialmente in grado di introdurre rumori meccanici od elettronici nel processo di acquisizione.

Il costruttore dichiara un'operatività del sistema nell'intervallo di frequenze 0,1 - 1024 Hz su tutti i canali, che può estendersi fino a 32 kHz limitando le registrazioni a due canali, garantendo la visibilità di microtremori fino a ± 1.5 mm/s con un'accuratezza, al di sopra di 0,1 Hz, maggiore di 10^{-4} .

8.2 Processing dei dati

Il processing dei dati acquisiti in campagna è stato effettuato con il software GRILLA realizzato dalla stessa Micromed S.p.a., che costituisce il logico completamento della strumentazione realizzata.

L'attuale versione del software permette l'equalizzazione dei dati acquisiti solo a 128 e 512 Hz, semplici considerazioni analitiche indicano che una frequenza di campionamento a 128 Hz è ampiamente sufficiente alla ricostruzione dei segnali imputabili alle frequenze di interesse stratigrafico (< di 40 Hz), mentre l'adozione della frequenza di campionamento a 512 Hz è stata prevista per lo studio di vibrazioni fino a 100 Hz derivate dalle attività antropiche, in accordo alle norme UNI 9916 e DIN 4150, pertanto l'utilizzo di campionamenti a frequenze diverse deve necessariamente essere ricondotto a quelle di base utilizzando una apposita funzione del database di Grilla (*File>Desampling*).

Il software consente la scelta delle finestre temporali (in numero e durata) in seguito all'analisi dei grafici della variazione temporale ed azimutale dello spettro H/V e che devono essere selezionate secondo criteri di stabilità delle frequenze d'interesse eliminando eventuali transienti.

Le serie temporali registrate, nelle tre componenti del moto, vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (tipicamente FFT) fino alla produzione delle curve H/V, dove la componente H è restituita come media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali.

Il software permette, inoltre, l'applicazione del test di significatività H/V proposto dal progetto Site EffectS Assessment using AMBient Excitations (SESAME, 2005) basato su due serie di criteri (3 il primo e 6 il secondo).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

I criteri del primo gruppo valutano la durata della registrazione e la durata delle finestre di analisi verificando la loro adeguatezza alla frequenza analizzata; i successivi sei criteri sono di significatività della distribuzione statistica e valutano la convergenza del picco individuato ad una gaussiana e la deviazione standard della frequenza ed ampiezza del picco: in pratica indicano semplicemente se la forma del picco possiede una struttura ben definita.

E' utile osservare che la rigida applicazione di questi criteri non è desiderabile per diverse situazioni specifiche: per esempio, in siti dove affiora il bedrock o dove i contrasti di velocità sono molto deboli, per esempio a causa della graduale transizione di velocità verso il basso, i criteri SESAME non vengono superati. Questo non implica necessariamente la mancata o l'errata acquisizione di risonanze importanti: si tratta nel primo caso di un sito privo di amplificazione e questa è comunque un'informazione stratigrafica, mentre, nel secondo caso, che il picco, o i picchi, di frequenza non sono chiaramente definibili, ed anche questa, se ben interpretata, può costituire un'interpretazione stratigrafica.

Ulteriore, e relativamente comune, caso di non superamento dei criteri SESAME è costituito da quei siti in cui sono presenti inversioni di velocità causate da strati lenti (Low Velocity Layer), non rilevabili in superficie, cavità e/o strutture artificiali superficiali od a piccola profondità (pavimentazioni, lastricati, fondazioni asimmetriche, paratie, platee di fondazione). In queste situazioni sono state riscontrate pesanti alterazioni della componente spettrale orizzontale che non interessano quella verticale (CASTELLARO & MULARGIA, 2009) che producono rapporti H/V con ampiezza inferiori a 1 (non rispetto del criterio 3 del secondo gruppo SESAME) per larghi intervalli di frequenze, ostacolando l'individuazione dell'autofrequenza del sito. E' comunque possibile rilevare ugualmente l'autofrequenza dall'analisi degli spettri delle singole componenti.

8.3 Il Rumore sismico

Le vibrazioni sismiche ambientali (o rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (OKADA, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico può essere classificato come



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

microtremore se contiene alte frequenze (> di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze (< di 0.5 Hz).

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTENBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (Tabella 5): le perturbazioni atmosferiche sugli oceani, che si propagano come onde superficiali sui continenti, l'impatto di fulmini sul terreno, i movimenti isostatici, i fenomeni di microfratturazione crostale, mentre le sorgenti dei microtremori sono essenzialmente le attività antropiche come il traffico veicolare e le attività industriali.

Sorgenti microsismiche	Gutenberg (1958)	Asten (1978, 1984)
Onde oceaniche contro le coste	0.05 - 1 Hz	0.5 - 1.2 Hz
Perturbazioni meteorologiche a grande scala	0.1 - 0.25 Hz	0.16 - 0.5 Hz
Cicloni oceanici	0.3 - 1 Hz	0.5 - 3 Hz
Condizioni meteorologiche locali	1.4 - 5 Hz	
Tremore vulcanico	2 - 10 Hz	
Attività antropiche e veicolari	1 - 100 Hz	1.4 - 30 Hz

Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico

E' opinione diffusa, anche se non unanime, che il rumore sismico ambientale si propaga come onde superficiali, in ogni caso queste rivestono un ruolo fondamentale perché possiedono una velocità prossima a quella delle onde S (LACHET & BARD, 1994).

Inoltre il rumore sismico, in virtù della sua ubiquità, della sua natura stocastica e del contenuto in frequenze di interesse ingegneristico, si dimostra utile per la stima degli effetti di sito (BEN - MENAHEM & SINGH, 1981). E' stata, infatti, ampiamente riconosciuta, da tempo, la dipendenza dell'andamento dello spettro del rumore di fondo dalle condizioni topografiche e litostratigrafiche locali.

Nel moto di propagazione dello scuotimento sismico entro il bedrock le onde sismiche subiscono il fenomeno dell'attenuazione geometrica che sostanzialmente ne lascia inalterato il contenuto spettrale. Nel percorso di emersione verso la superficie terrestre lo spettro delle onde sismiche può però modificarsi, più o meno intensamente, in dipendenza delle caratteristiche fisiche dei terreni attraversati e che



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

sovrastano il bedrock. Gli effetti possibili sono di amplificazione e/o di attenuazione selettiva del contenuto in frequenza, in questo caso la colonna di sedimenti sovrapposta al bedrock agisce come un filtro, o di nessuna variazione del contenuto spettrale, caso generalmente riferibile al bedrock affiorante.

8.4 Teoria sull'analisi del Rumore Sismico

I primi tentativi di ricavare dati stratigrafici dall'analisi del rumore sismico risalgono agli anni '60 del secolo scorso. Dai primi lavori di KANAI (1954, 1957) e DOUZE (1964), che classificarono i tremori ambientali come onde di volume, si svilupparono studi basati sull'assunto che lo spettro del rumore sismico è correlabile, nel dominio della frequenza, a quello di eventi sismici avvenuti nella stessa area (KANAI & TANAKA, 1961).

Sotto questa ipotesi i microtremori sono onde S che incidono verticalmente e lo spettro del moto, che abbandona l'interfaccia bedrock/suolo, è bianco. Lo spettro del microtremore, pertanto, è rappresentativo della funzione di amplificazione sismica dei depositi incoerenti sovrapposti al bedrock. Sebbene esiste un'innegabile, anche se grossolana, correlazione tra caratteristiche geologiche del sito e frequenza del picco massimo degli spettri, che indurrebbe a interpretarla come la frequenza di risonanza del moto fondamentale, questa pratica ha trovato riscontro, solo per frequenze di picco basse ($f_0 < 1$ Hz), in diversi siti del Giappone (spiegando quindi il motivo della diffusione in quel paese), a Città del Messico (LERMO *et al.*, 1988) e Los Angeles (YAMANAKA *et al.*, 1993). Per tali motivi si tende a considerare tale tecnica poco affidabile.

Il perfezionamento del metodo avviene con l'utilizzo dei rapporti spettrali, calcolando cioè i rapporti degli spettri di Fourier delle stesse componenti registrate simultaneamente su siti di terreni incoerenti e su un sito roccioso vicino. In questo caso si presuppone che il moto, registrato su roccia sia rappresentativo di quello che arriva sull'interfaccia roccia/terreno, sotto il sito di terreni incoerenti. I risultati ottenuti si mostrano apprezzabili ed in accordo con quelli ottenuti da registrazioni di terremoti solo a basse frequenze dove l'origine del rumore è la stessa per tutti i siti indagati (YAMANAKA *et al.*, 1993). Risultati controversi sono stati invece ottenuti a frequenze più alte (GUTIERREZ and SINGH, 1992).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Negli anni '70 del secolo scorso NOGOSHI & IGARASHI (1971) e SHIONO (1979) nell'ambito di studi sul significato fisico del rapporto tra le componenti orizzontali e verticali (H/V) del rumore ambientale mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh e conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura sovrastante il bedrock.

Successivamente NAKAMURA (1989), osservando empiricamente che la componente verticale del rumore sismico non è influenzata dalla presenza degli strati superficiali, propone di utilizzare il rapporto H/V come stimatore affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. L'ipotesi avanzata è che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, che non eccitano il tetto del bedrock, e che siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

In lavori più recenti si è avuta parziale giustificazione dei risultati ottenuti da Nakamura con considerazioni teoriche (FIELD *et al.*, 1992; FIELD & JACOB, 1993; LERMO & CHAVEZ-GARCIA, 1994; LACHET & BARD, 1995; FAH *et al.*, 2001) le cui conclusioni dimostrano come la frequenza del picco massimo del rapporto H/V è correlabile con l'ellitticità, in superficie, del modo fondamentale delle onde di Rayleigh: alla frequenza di risonanza l'ellisse dello spostamento di Rayleigh cambia segno ed il rapporto H/V tende teoricamente all'infinito.

La maggiore attendibilità dei risultati è stata però verificata in condizioni geologiche semplici e con forti contrasti di velocità (DELGATO *et al.*, 2000). I migliori risultati, per la predizione degli effetti di sito con le misure del rapporto H/V, del rumore sismico, riguardano solo la frequenza di risonanza del modo fondamentale dello strato di sedimenti, quando non ci sono effetti laterali 2D o 3D.

Successivamente in America e poi in Europa la tecnica H/V ha trovato importanti applicazioni in ambito sismico. Con la realizzazione di un progetto denominato SESAME (2005) (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations), che si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola ed array, si è certificata l'affidabilità delle misure spettrali per la ricostruzione sismica del sottosuolo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Permangono comunque incertezze sulla completa affidabilità del metodo di Nakamura a causa dei bassi livelli di ampiezza coinvolti che in assenza di forti contrasti di velocità contribuiscono a rendere poco definibili i picchi della funzione H/V.

8.5 Aree Interessate dalle indagini di MS

In riferimento alla delimitazione delle aree del Comune di Priolo Gargallo da sottoporre agli studi di MS di primo livello, si è proceduto alla delimitazione dell'area secondo le indicazioni fornite dall'Amministrazione Comunale al Dipartimento Regionale della Protezione Civile (Figura 23).

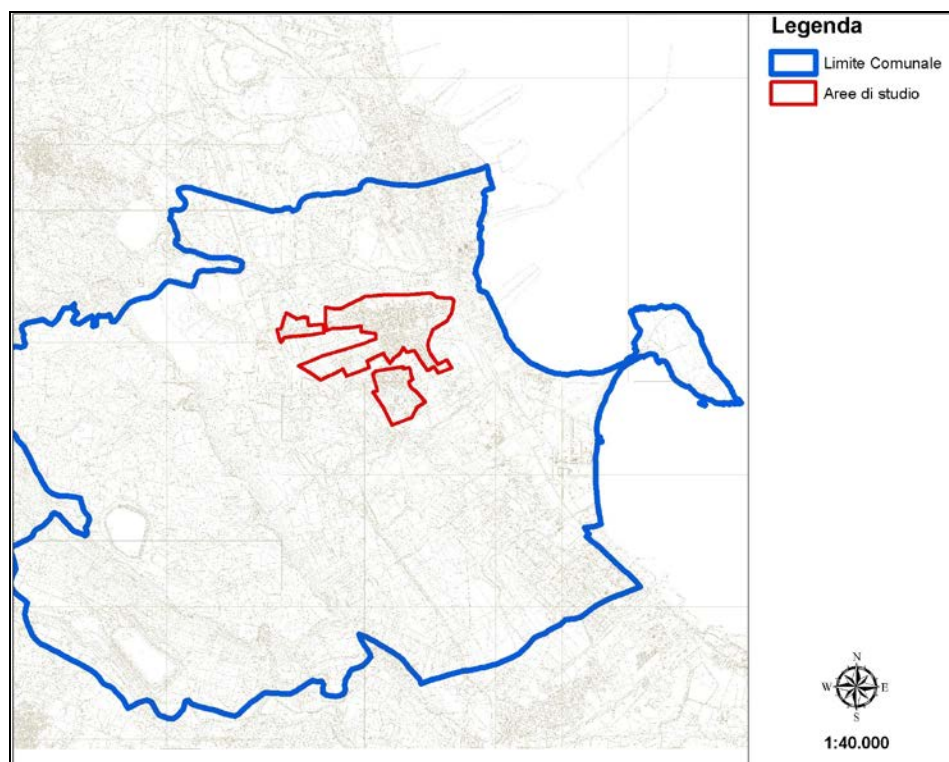


Figura 23 - Comune di Priolo Gargallo: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

L'area indagata è stata pertanto coperta con 17 punti complessivi di registrazione di rumore sismico distribuiti su tutta l'area oggetto di studio.

Nelle tabelle seguenti (Tabella 6, Tabella 7), sono riassunti: sigla identificativa, coordinate geografiche, quota dei siti di registrazione e risultati ottenuti.

NOME	DATA
PRL_01	23/11/2012
PRL_02	23/11/2012
PRL_03	23/11/2012
PRL_04	02/12/2012
PRL_05	23/11/2012
PRL_06	23/11/2012
PRL_07	23/11/2012
PRL_08	02/12/2012
PRL_09	23/11/2012
PRL_10	23/11/2012
PRL_11	23/11/2012
PRL_12	23/11/2012
PRL_13	23/11/2012
PRL_14	23/11/2012
PRL_15	23/11/2012
PRL_16	23/11/2012
PRL_17	23/11/2012

Tabella 6 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

IDENTIFICATIVO	ID_SPU	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA s.l.m.	f0	H/V	f1	H/V	f2	H/V
PRL_01	089021P3	15° 10' 48,850" E	37° 9' 39,190" N	41	0,56	1,81	2,18	1,7		
PRL_02	089021P4	15° 11' 11,209" E	37° 9' 36,068" N	25	2,28	2,33	5,52	1,73		
PRL_03	089021P5	15° 11' 24,176" E	37° 9' 33,779" N	21	3,44	6,95	4,59	3,58		
PRL_04	089021P6	15° 11' 46,828" E	37° 9' 29,790" N	7	1,65	8,09				
PRL_05	089021P7	15° 11' 25,084" E	37° 9' 26,204" N	21	7,05	4,44	2,48	2,66		
PRL_06	089021P8	15° 10' 33,640" E	37° 9' 25,114" N	69	2,19	1,72	3,09	1,64		
PRL_07	089021P9	15° 10' 1,830" E	37° 9' 21,899" N	86	10	1,45	6,24	1,25		
PRL_09	089021P10	15° 10' 13,822" E	37° 9' 18,446" N	80	4,38	2,31	10,92	1,49		
PRL_10	089021P11	15° 11' 26,246" E	37° 9' 16,016" N	19	3,13	1,85	4,65	1,64	7,03	1,55
PRL_11	089021P12	15° 10' 52,770" E	37° 9' 11,358" N	47	2,31	1,76	8,78	1,29		
PRL_12	089021P13	15° 11' 11,278" E	37° 9' 8,683" N	28	2,07	0,9				
PRL_13	089021P14	15° 10' 26,879" E	37° 8' 58,150" N	80	1,69	1,67	6,75	1,6		
PRL_14	089021P15	15° 11' 31,646" E	37° 9' 1,883" N	22	5,88	1,03				
PRL_15	089021P16	15° 11' 16,742" E	37° 8' 55,507" N	33	0,53	1,48	2,15	1,36	7,61	1,29
PRL_16	089021P17	15° 11' 3,034" E	37° 8' 49,369" N	54	8,63	1,99	11,18	1,86		
PRL_17	089021P18	15° 11' 8,646" E	37° 8' 43,847" N	51	4,69	1,92	1,84	1,53	7,17	1,75

Tabella 7 - Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo)

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Figura 24 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Priolo Gargallo

8.6 Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti

I valori di frequenza ottenuti dal processing dei dati acquisiti (Tabella 7), sono stati esibiti nel relativo elaborato (Carta delle frequenze) a fianco del simbolo, che individua il sito di registrazione, con i seguenti criteri (Figura 25):



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- in alto il valore della frequenza fondamentale e della relativa amplificazione;
- a destra il valore della seconda frequenza e della relativa amplificazione;
- in basso il valore della terza frequenza e della relativa amplificazione.

Il primo gruppo (es: 1,5/2) in alto, indicherà il valore dell'autofrequenza, insieme a quello della corrispondente amplificazione, in legenda sono specificate le relative attribuzioni.

Nei siti, dove è stato rilevato un unico picco di frequenza è, ovviamente, visibile un'unica etichetta.

Nel caso di siti privi di amplificazioni (bedrock affiorante): l'etichetta riportata sarà semplicemente la sigla n.a. (nessuna amplificazione).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Figura 25 - Carta delle frequenze nel Comune di Priolo Gargallo



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8.7 Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico

In relazione alla classificazione, illustrata al paragrafo 7 del capitolo 4 delle presenti note, è possibile derivare una rappresentazione schematica preliminare, della distribuzione dei gruppi litologici in profondità, da impiegare come base per la programmazione delle indagini, indirizzate alla precisazione dei rapporti giaciturali ed alle definizioni quantitative delle caratteristiche geotecniche, proprie dei livelli di studio successivi.

Tale rappresentazione è stata compendiate nelle sezioni che corredano la Carta geologico – tecnica (Figura 26, Figura 27)

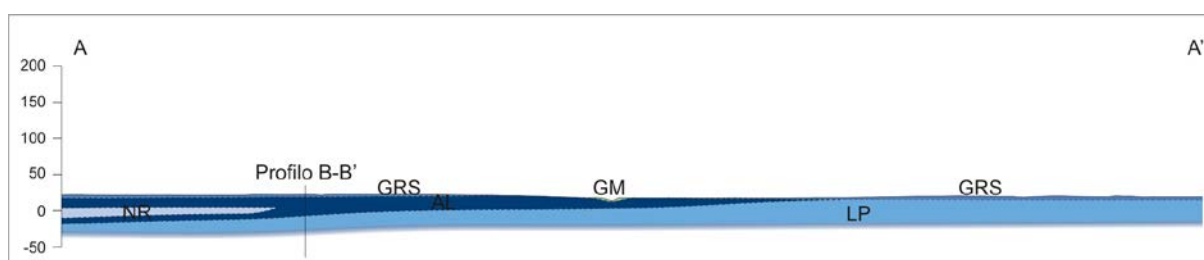


Figura 26 - Profilo A-A'

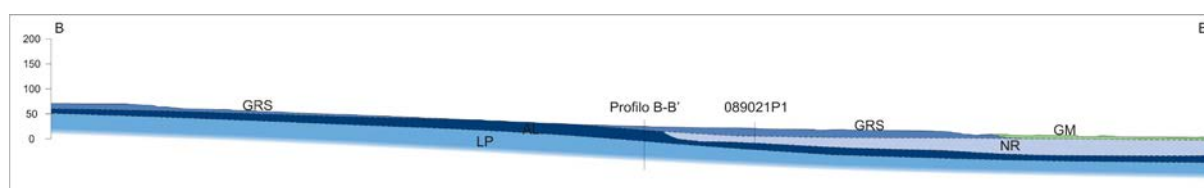


Figura 27 - Profilo B-B'

Nella selezione areale studiata, al centro della quale ricade l'abitato di Priolo Gargallo (Foto 1) affiorano estesamente i terreni di natura sedimentaria e vulcanica che costituiscono gran parte della zona orientale dei Monti Climiti. In particolare la sequenza stratigrafica affiorante può essere così schematizzata:

- porzione inferiore: costituita dalle successioni carbonatiche e vulcaniche del Cretaceo Superiore, dalle successioni carbonatiche del Paleocene-



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Eocene e dell'Oligocene superiore - Miocene (Formazione dei Monti Climiti);

- porzione superiore: costituita dalle successioni sedimentarie di ambiente marino del Quaternario e dai depositi continentali (attuali e recenti).

In particolare la porzione su cui ricade l'area oggetto di studio è costituita prevalentemente da terreni della porzione superiore poggianti in discordanza su quelli della porzione inferiore.



Foto 1 - Vista dell'abitato di Priolo Gargallo

Sulla base delle indagini geologiche acquisite e in particolare analizzando la distribuzione delle Vs determinate con le indagini MASW (revisione del PRG, 2011) è stato possibile discriminare all'interno delle unità litotecniche del substrato geologico due orizzonti sismici e precisamente:

- superiore: caratterizzato da una velocità delle onde sismiche < 800 m/s (la profondità varia da circa 8 m fino a circa 30 m);
- inferiore: caratterizzato da una velocità delle onde sismiche < 800 m/s.

La tabella di seguito proposta (Tabella 8), tratta dal database delle indagini (oggetto di consegna e parte integrante del presente studio), riporta l'elenco delle indagini MASW prodotte durante la fase di revisione del Piano Regolatore Generale

Comunale dove, per ogni indagine, vengono riportate le velocità delle onde S al variare della profondità.

ID_SLN	tipo_ind	tipo_parln	prof_top	prof_bot	spessore	valore
089021L1	MASW	VS	0	7	7	164
	MASW	VS	7	19	12	221
	MASW	VS	19	30	11	574
089021L2	MASW	VS	0	3,7	3,7	412
	MASW	VS	3,7	17,7	14	605
	MASW	VS	17,7	29,7	12	1019
089021L3	MASW	VS	0	4,2	4,2	344
	MASW	VS	4,2	8,5	4,3	473
	MASW	VS	8,5	29,72	21,22	547
089021L4	MASW	VS	0	13	13	647
	MASW	VS	13	30	17	1182
089021L5	MASW	VS	0	13,3	13,3	692
	MASW	VS	13,3	30	16,7	1415
089021L6	MASW	VS	0	17	17	625
	MASW	VS	17	30	13	1034
089021L7	MASW	VS	0	23	23	633
	MASW	VS	23	30,4	7,4	1023
089021L8	MASW	VS	0	9,2	9,2	422
	MASW	VS	9,2	22,2	13	517
	MASW	VS	22,2	30,2	8	979
089021L9	MASW	VS	0	4,4	4,4	627
	MASW	VS	4,4	10,7	6,3	663
	MASW	VS	10,7	29,7	19	1100
089021L10	MASW	VS	0	3,6	3,6	552
	MASW	VS	3,6	8	4,4	682
	MASW	VS	8	30	22	1178

Tabella 8 – Elenco delle Indagini MASW e relative velocità delle onde S misurate



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Dalla tabella sopra riportata, selezionando gli intervalli di velocità superiori agli 800 m/s, è possibile determinare i siti in cui sono stati misurati orizzonti sismici con velocità tipiche del bedrock geofisico. La tabella di seguito proposta (Tabella 9) evidenzia il risultato di questa analisi dove, delle 10 indagini MASW condotte, solo in 8 siti si ricava una velocità superiore a 800 m/s entro i primi 30 m (profondità massima raggiunta dalle indagini). La profondità del bedrock geofisico così determinato varia da un minimo di circa 8 m fino ad un massimo di circa 23 m, per un valore medio di circa 15,60 m.

ID_SLN	tipo_ind	tipo_parln	prof_top	prof_bot	spessore	valore
089021L2	MASW	VS	17,7	29,7	12	1019
089021L4	MASW	VS	13	30	17	1182
089021L5	MASW	VS	13,3	30	16,7	1415
089021L6	MASW	VS	17	30	13	1034
089021L7	MASW	VS	23	30,4	7,4	1023
089021L8	MASW	VS	22,2	30,2	8	979
089021L9	MASW	VS	10,7	29,7	19	1100
089021L10	MASW	VS	8	30	22	1178

Tabella 9 – Elenco indagini MASW che misurano Vs > 800 m/s

Un ulteriore approfondimento può essere fatto analizzando i dati raccolti in funzione della loro distribuzione e dell'assetto geologico locale, sulla base di questi criteri è stato possibile individuare e definire quattro zone "tipo" caratterizzate da differenti profondità del bedrock. La figura di seguito proposta (Figura 28) riporta le quattro zone indicate rispettivamente con A, B, C e D; di seguito per ognuna di queste zone sarà riportata una tabella contenente tutte le indagini ricadenti all'interno dell'area in esame, l'assetto stratigrafico locale e infine la profondità stimata del bedrock geofisico.

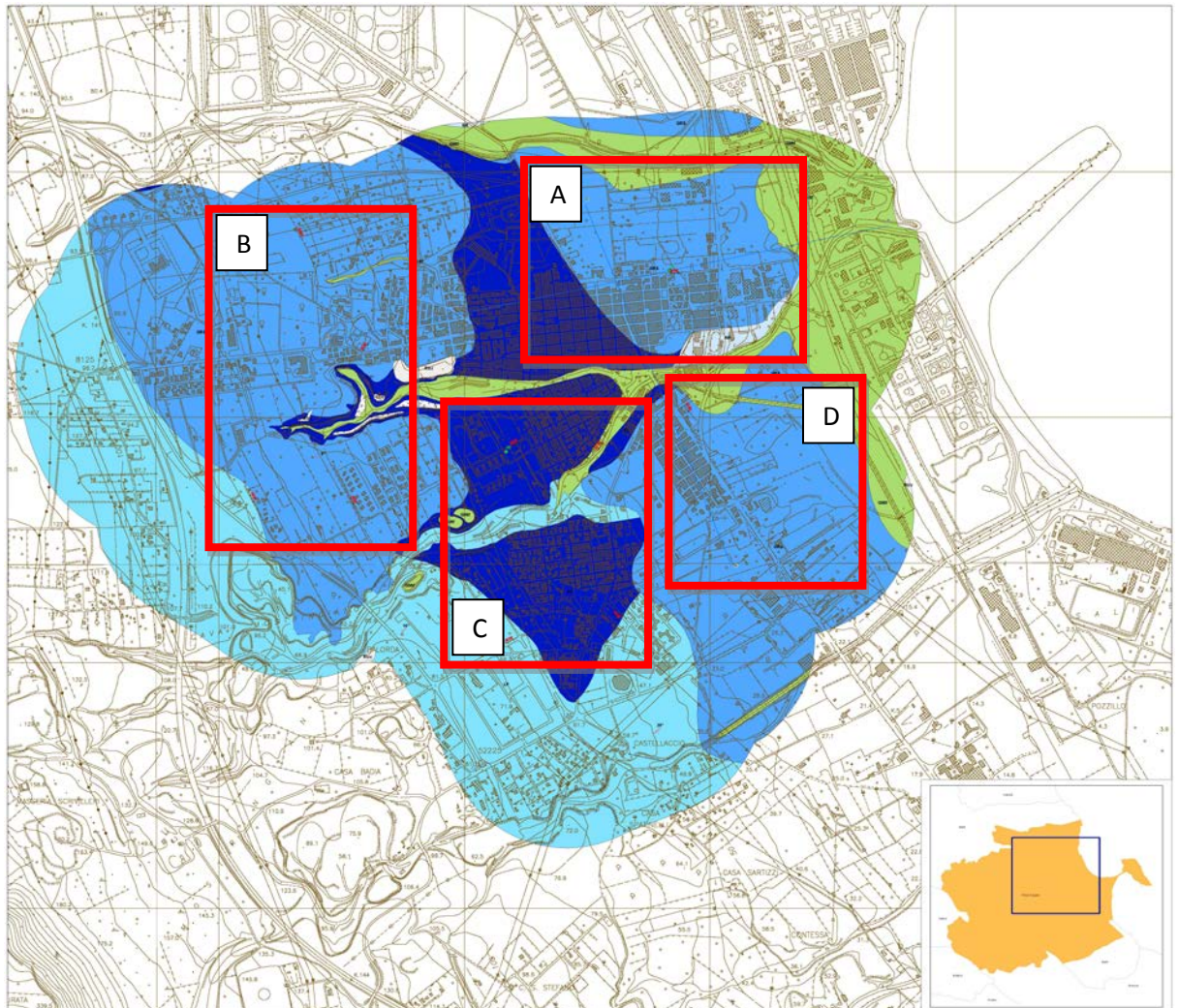


Figura 28 – Zone “tipo” per la stima del bedrock geofisico

Zona A

L'assetto geologico e stratigrafico dell'area esaminata è costituito dal basso verso l'alto da:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- Calcareniti (Pleistocene inferiore - medio)
- Argille grigio – azzurre (Pleistocene medio)
- Calcareniti e sabbie passanti verso l'alto ad argille grigio verdastre e sabbie
- Suolo.

Le indagini ricadenti all'interno di questa area sono il sondaggio "089021P1" e le prove geofisiche di tipo MASW e HVSR; nelle tabelle di seguito proposte vengono riportate per ogni tipologia di indagini i parametri ricavati e precisamente in Tabella 10 i dati di sondaggio riportanti la profondità e gli spessori dei litotipi attraversati, in Tabella 11 i dati delle indagini MASW e la velocità delle onde S calcolata nei diversi intervalli di profondità e infine in Tabella 12 le indagini HVS, con il valore della frequenza di sito.

Sondaggio				
ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
089021P1	0	0,6	0,6	Materiale di riporto
	0,6	1,3	0,7	Limi sabbioso-argillosi e/o sabbie limo-argillose di colore bruno con inclusi elementi lapidei calcarenitici
	1,3	9,5	8,2	Argille giallo verdastre con sottili livelli sabbiosi; con concrezioni biancastre sino a 4,20m.
	9,5	12,6	3,1	Calcareniti giallastre a cementazione irregolare, con livelli sabbiosi
	12,6	16,1	3,5	Sabbie medio fini limose avana giallastre, con livelletti decimetrici di calcareniti debolmente cementate
	16,1	17	0,9	Sabbie fini limose grigiastre
	17	26,3	9,3	Argille grigio azzurre
	26,3	29,1	2,8	Sabbie fini limose con intercalati livelli centimetrici e decimetrici di calcareniti debolmente cementate
	29,1	30	0,9	Calcareniti avana biancastre debolmente cementate

Tabella 10

MASW					
ID_SLN	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Litologia
089021L1	0	7	7	164	Sabbie, limi e argille
	7	19	12	221	Argille grigio azzurre
	19	30	11	574	Sabbie e calcareniti

Tabella 11

HVSr			
ID_INDPU	Quota s.l.m.	f0	Litologia
089021P4	25	2,28	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P5	21	3,44	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P6	7	1,65	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P7	21	7,05	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)

Tabella 12

I dati di sondaggio hanno messo in evidenza che i depositi quaternari del Pleistocene medio (Argille grigio - azzurre e Sabbie e Calcareniti) raggiungono complessivamente una profondità tra i 17 e i 26 m, da questa profondità fino a 30 metri il sondaggio incontra le Calcareniti e sabbie. Correlando questi dati con la velocità delle onde S determinate dalla prova MASW si evince che fino alla profondità di 30 m non si intercetta il bedrock geofisico.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Dal valore di f_0 determinato con le indagini HVSR e considerato un V_s pari a 254 m/s (corrispondente al valore medio delle V_s determinato con la MASW) applicando la formula $f_0 = V_s/(4 H)$ sono state determinate le seguenti profondità:

ID_INDPU	Quota s.l.m.	f_0	H (m)
089021P4	25	2,28	27
089021P5	21	3,44	18
089021P6	7	1,65	38
089021P7	21	7,05	9

Alla luce di quanto sopra esposto, risulta evidente che la successione marina quaternaria, assibilabile a terreni del substrato per caratteristiche litotecniche, non supera mai gli 800 m/s nei primi 30 m e che per questa zona il substrato va collocato a profondità maggiori.

Zona B

L'assetto geologico e stratigrafico dell'area esaminata è costituito dal basso verso l'alto da:

- Formazione Monti Climiti (Oligocene – Miocene)
- Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
- Sabbie e Calcareniti (Pleistocene medio).

Le indagini ricadenti all'interno di questa area sono esclusivamente indagini di tipo geofisico MASW e HVSR. Non essendo disponibili dati di sondaggio l'assetto stratigrafico è stato ricostruito mediante considerazioni stratimetriche dedotte dalla carta geologica. Nella tabelle di seguito proposte (Tabella 13, Tabella 14) si riporta l'elenco con i relativi parametri delle indagini geofisiche disponibili.

MASW					
ID_SLN	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Litologia
089021L6	0	17	17	625	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio), Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
	17	30	13	1034	Formazione Monti Climiti (Oligocene – Miocene)
089021L7	0	23	23	633	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio), Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
	23	30,4	7,4	1023	Formazione Monti Climiti (Oligocene – Miocene)
089021L9	0	4,4	4,4	627	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio), Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
	4,4	10,7	6,3	663	Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
	10,7	29,7	19	1100	Formazione Monti Climiti (Oligocene – Miocene)

Tabella 13

HVSr			
ID_INDP	Quota s.l.m.	f0	Litologia
089021P8	69	2,19	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P9	86	10	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P10	80	4,38	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P14	80	1,69	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)

Tabella 14

Per la zona presa in considerazione, mediante l'analisi stratigrafica dei limiti stratigrafici riportati sulla carta geologica lo spessore medio stimato per i depositi quaternari è di:

- circa 8 m per le Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio);
- circa 15 m per le Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Le indagini MASW hanno fornito i seguenti parametri:

- Velocità media delle onde S in funzione dei litotipi:
 - circa 630 m/s per i depositi quaternari;
 - circa 1050 m/s per il substrato geologico (Formazione Monti Climiti).

Dal valore di f_0 determinato con le indagini HVSR e considerato un V_s (corrispondente al valore medio delle V_s determinato con le MASW) pari a:

- 751 m/s per gli HVSR 089021P8
- 725 m/s per gli HVSR 089021P9 e 089021P10
- 881 m/s per gli HVSE 089021P14

applicando la formula $f_0 = V_s/(4 H)$ sono state determinate le seguenti profondità:

ID_INDPU	Quota s.l.m.	f_0	H (m)
089021P8	69	2,19	42
089021P9	86	10	18
089021P10	80	4,38	57
089021P14	80	1,69	76

Dai dati sopra riportati risulta una discrepanza tra il modello geologico desumibile dalla geologia di superficie e i dati HVSR, spiegabile con la non applicabilità di un modello semplificato a due strati nell'area investigata. Le indagini MASW collocano il bedrock geofisico ad una profondità di circa 20 m, questa profondità è compatibile con l'assetto stratigrafico sopra riportato che ipotizza il passaggio dalle successioni Quaternarie a quelle Oligo - Mioceniche intorno ai 23 m circa.

Zona C



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

L'assetto geologico e stratigrafico dell'area esaminata è costituito dal basso verso l'alto da:

- Formazione Monti Climiti
- Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore).

Le indagini ricadenti all'interno di questa area sono il sondaggio "089021P2" e le prove geofisiche di tipo MASW e HVSR, nelle tabelle di seguito proposte vengono riportate per ogni tipologia di indagini i parametri ricavati e precisamente in Tabella 15 i dati di sondaggio riportanti la profondità e gli spessori dei litotipi attraversati, in Tabella 16 i dati delle indagini MASW e la velocità delle onde S calcolata nei diversi intervalli di profondità e infine le indagini HVSR (Tabella 17) con il valore della frequenza di sito.

Sondaggio				
ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
089021P2	0	1,4	1,4	Materiale di riporto
	1,4	7,5	6,1	Calcareniti organogene bianco giallastre, stratificate a tratti debolmente cementate
	7,5	11,7	4,2	Sabbie fini di colore avana giallastre
	11,7	30	18,3	Calcareniti biancastre a consistenza lapidea, poco fratturate

Tabella 15

MASW					
ID_SLN	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Descrizione
089021L2	0	3,7	3,7	412	Riporto, calcareniti e sabbie poco consistenti
089021L2	3,7	17,7	14	605	Calcareniti organogene bianco giallastre, stratificate a tratti debolmente cementate e Sabbie fini di colore avana giallastre, moderatamente consistenti

089021L2	17,7	29,7	12	1019	Calcareniti biancastre a consistenza lapidea, poco fratturate
089021L4	0	13	13	647	Calcareniti organogene bianco giallastre, stratificate a tratti debolmente cementate e Sabbie fini di colore avana giallastre, moderatamente consistenti
089021L4	13	30	17	1182	Calcareniti biancastre a consistenza lapidea, poco fratturate

Tabella 16

HVSr			
ID_INDPU	Quota s.l.m.	f0	Litologia
089021P12	47	2,31	Riporto, calcareniti e sabbie poco consistenti
089021P17	54	8,63	calcareniti e sabbie poco consistenti
089021P18	51	4,69	calcareniti e sabbie poco consistenti

Tabella 17

I dati di sondaggio correlati con le Vs calcolate dalle indagini MASW consentono di definire, per l'area considerata, il seguente modello geologico:

- assetto stratigrafico (quote riferite a partire dal piano campagna):
 - 3 m circa di terreni costituiti da riporto, calcareniti e sabbie poco consistenti;
 - da 3 m circa fino a 15 m circa calcareniti e sabbie, Pleistocene inferiore;
 - a 15 m circa si intercetta la Formazione dei Monti Climiti.
- velocità media delle onde S in funzione dei litotipi:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- 412 m/s per i terreni costituiti da riporto, calcareniti e sabbie poco consistenti;
- 626 m/s per le calcareniti e sabbie, Pleistocene inferiore
- > 1000 m/s per la Formazione dei Monti Climiti.

Dal valore di f_0 determinato con le indagini HVSR è considerato un V_s (corrispondente al valore del V_{s30} determinato con le MASW) pari a:

- 681 m/s per gli HVSR 089021P12
- 871 m/s per gli HVSR 089021P17 e 089021P18

Applicando la formula $f_0 = V_s / (4 H)$ sono state determinate le seguenti profondità:

ID_INDPU	Quota s.l.m.	f_0	H (m)
089021P12	47	2,31	73,7
089021P17	54	8,63	25,23
089021P18	51	4,69	46

Anche in questo caso, così come verificatosi nella Zona B, il calcolo della profondità del bedrock geofisico stimato con le misure HVSR non risulta confrontabile con il modello geologico, tale discrepanza è da attribuire alla non applicabilità del modello semplificato per la stima delle profondità a partire dalla misura dell' f_0 .

Le indagini MASW collocano il bedrock geofisico ad una profondità di circa 15 m, questa profondità è compatibile con l'assetto stratigrafico sopra riportato che ipotizza il passaggio dalle successioni Quaternarie a quelle Oligo - Mioceniche intorno ai 13 m circa.

Zona D

L'assetto geologico e stratigrafico dell'area esaminata è costituito dal basso verso l'alto da:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- Formazione Monti Climiti
- Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
- Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio).

Le indagini ricadenti all'interno di questa area sono esclusivamente indagini di tipo geofisico MASW e HVSR. Non essendo disponibili dati di sondaggio l'assetto stratigrafico è stato ricostruito mediante considerazioni stratimetriche dedotte dalla carta geologica, nella tabelle di seguito proposte (Tabella 18, Tabella 19) si riporta l'elenco con i relativi parametri delle indagini geofisiche disponibili.

MASW					
ID_SLN	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Litologia
089021L8	0	9,2	9,2	422	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021L8	9,2	22,2	13	517	Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore)
089021L8	22,2	30,2	8	979	Formazione Monti Climiti

Tabella 18

HVSR			
ID_INDP	Quota s.l.m.	f0	Litologia
089021P11	80	4,38	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P13	47	2,31	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P15	22	1,26	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)
089021P16	33	5,88	Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio)

Tabella 19



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Per la zona presa in considerazione, mediante l'analisi stratimetrica dei limiti stratigrafici riportati sulla carta geologica lo spessore medio stimato per i depositi quaternari è di:

- circa 10 m per le Sabbie e calcareniti (Pleistocene medio);
- circa 13 m per le Calcareniti e sabbie (Pleistocene inferiore).

Le indagini MASW hanno fornito i seguenti parametri:

- Velocità media delle onde S in funzione dei litotipi:
 - circa 470 m/s per i depositi quaternari;
 - circa 900 m/s per il substrato geologico (Formazione Monti Climiti).

Dal valore di f_0 determinato con le indagini HVSR è considerato un V_s (corrispondente al valore medio delle V_s determinato con le MASW) pari a 548 m/s per tutte indagini HVSR ricadenti in questa zona. Applicando la formula $f_0 = V_s/(4 H)$ sono state determinate le seguenti profondità:

ID_INDPU	Quota s.l.m.	f_0	H (m)
089021P11	80	4,38	43
089021P13	47	2,31	6
089021P15	22	1,26	5781
089021P16	33	5,88	24

Dai dati sopra riportati risulta una discrepanza tra il modello geologico desumibile dalla geologia di superficie e i dati HVSR spiegabile con la non applicabilità di un modello semplificato a due strati nell'area investigata. Le indagini MASW collocano il bedrock geofisico ad una profondità di circa 20 m, questa profondità è compatibile con l'assetto stratigrafico sopra riportato che ipotizza il passaggio dalle successioni Quaternarie a quelle Oligo-Mioceniche intorno ai 20 m circa.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8.8 Considerazioni sui risultati ottenuti

Sulla base dei dati complessivamente acquisiti è stato possibile definire un modello geologico tecnico qualitativo del sottosuolo delle aree del Comune di Priolo Gargallo, supportato dai dati geologici di superficie e dalle indagini geognostiche e geofisiche acquisite durante la fase di censimento. Pur avendo le indagini HVSR confermato la presenza di frequenze di sito che possono indurre fenomeni di amplificazione locale, tuttavia il particolare assetto stratigrafico locale descritto nel precedente paragrafo, non consente di applicare il metodo di inversione semplificato per la stima della profondità del bedrock geofisico. I risultati ottenuti indicano che la tecnica impiegata, segnatamente per il contesto geologico del territorio comunale, permette l'acquisizione, in modo agevole ed in tempi relativamente brevi, di dati potenzialmente in grado di trasportare ad un ambito quantitativo il modello elaborato, condizione questa essenziale per gli obiettivi degli studi di MS di livello superiore.

A questo scopo è però indispensabile, nel caso in esame, la disponibilità di dati geognostici del sottosuolo in grado di valutare con maggiore affidabilità le caratteristiche delle formazioni d'interesse (litologia e rigidità sismica). Sarà pertanto necessario approntare un programma di indagini geofisiche e geognostiche orientato dai risultati fin qui conseguiti e dalle indicazioni derivabili dal rilievo geologico - geomorfologico.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

9 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Sulla base di quanto previsto dall'ICMS le aree comunali, interessate dalle indagini, sono state suddivise in tre classi di suscettibilità:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;
- c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente sinistabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Priolo Gargallo ha una superficie di circa 7,9 Km²

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

e comprende una zona di estensione più ampia rispetto a quella dell'area interessata dai rilievi di rumore sismico.

Nelle selezioni areali considerate per il Comune di Priolo Gargallo sono state individuate: 1 zona stabile (Figura 29), 1 zona suscettibile di instabilità (Figura 30) e 6 zone suscettibili di amplificazioni (Figura 31) che vengono di seguito descritte.



Figura 29 - Zona stabile

La Zona stabile è suddivisa in due sottoaree localizzate nelle porzioni più occidentali delle aree oggetto di studio. In queste aree la Formazione Monti Climiti affiora sotto forma di calcareniti massive caratterizzate da una V_s prossima e spesso superiore a 800m/s. Tali considerazioni di carattere geologico - geofisico associate alle analisi

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

topografiche che evidenziano per le aree pendenze mai superiori ai 15° e dislivelli mai maggiori di 30 m, identifica queste due porzioni di territorio del Comune di Priolo Gargallo come Zone stabili.



Figura 30 - Zona suscettibile di instabilità

La Zona suscettibile di instabilità è localizzata nelle aree orientali del territorio comunale di Priolo Gargallo ed in particolare lungo la fascia costiera. La caratteristica dominante di quest'area è sicuramente la presenza di ampie ed estese depressioni morfologiche dentro le quali si sviluppano lagune costiere. Sondaggi, realizzati dall'Università di Catania all'interno di queste lagune, hanno evidenziato la presenza di depositi argilloso - siltosi debolmente sabbiosi, ricchi in organismi marini fino alla profondità di 5 m sotto il piano campagna, dove si ritrovano sabbie grossolane tipiche di spiaggia. Analisi ¹⁴C attribuiscono a tale sistema lagunare un continuo quasi per



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

tutto l'Olocene (Spampinato , 2011). Appare chiaro come questo sistema lagunare attivo ed esteso, caratterizzato da sedimentazione argilloso - siltosa debolmente sabbiosa, possa rappresentare in caso di evento sismico un'area a concreto rischio liquefazione. In considerazione di questa analisi l'area lagunare prossima alla fascia costiera e ricadente nel territorio comunale di Priolo Gargallo è stata considerata una Zona suscettibile di instabilità.

9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Per quanto concerne i restanti terreni di copertura questi sono stati classificati come zone suscettibili di amplificazioni locali a partire dalle indicazioni degli ICMS e, quindi, sulla base di fattori topografici e morfologici locali nonché fattori di carattere litostratigrafico ($V_s < 800$ m/s, spessori > 5 m).

Nella selezione areale studiata sono state individuate 6 zone suscettibili di amplificazione (Figura 31).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

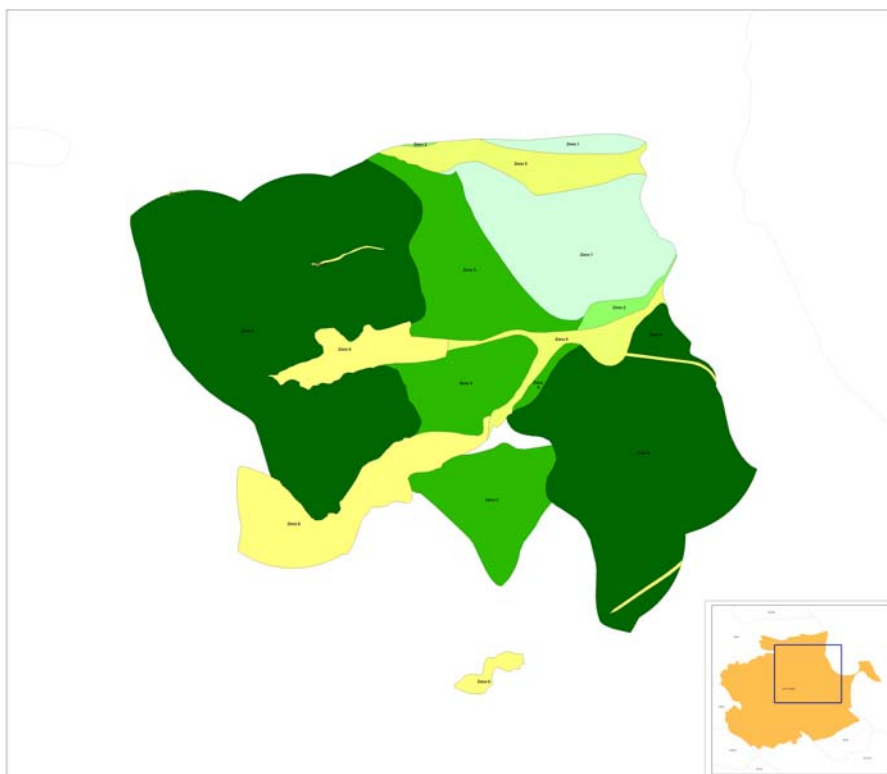


Figura 31 - Zone suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1

Questa zona, si distingue in due sottoaree localizzate nelle porzioni orientali del territorio comunale di Priolo Gargallo a ridosso della Zona Instabile rappresentate dalle lagune costiere (Figura 32).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

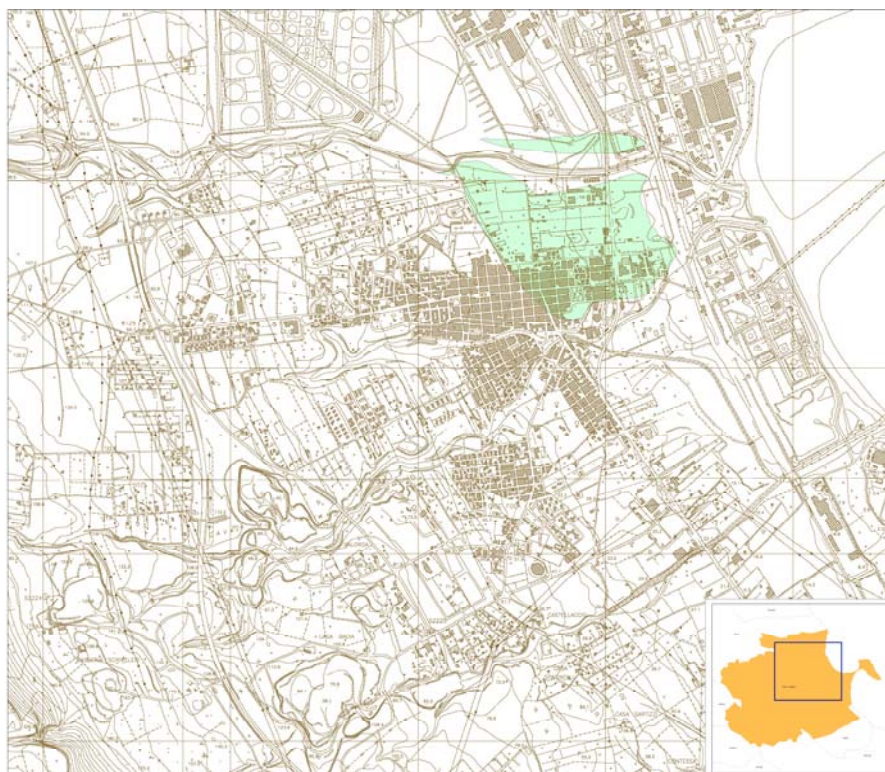


Figura 32 - Zona 1

La zona è caratterizzata dalla presenza di terreni granulari (sabbie e calcareniti del Pleistocene medio, spessore 11,30 m in corrispondenza del sondaggio 089021P1SS1) poggianti su un substrato non rigido (Argille grigio-azzurre del Pleistocene - Figura 33). Questa Zona è caratterizzata da una V_s inferiore a 800m/s, ed in particolare compresa tra 180 m/s e 360 m/s.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

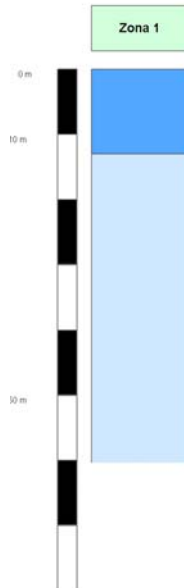


Figura 33 - Sezione stratigrafica Zona 1

Zona 2

E' presente esclusivamente in una piccola porzione localizzata circa nella zona centrale del territorio del comune di Priolo Gargallo (Figura 34). E' rappresentata da terreni afferenti il substrato geologico (Argille grigio-azzurre del Pleistocene inferiore-medio - Figura 35). Quest'area è caratterizzata da una velocità media di propagazione delle onde S di circa 500m/s.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

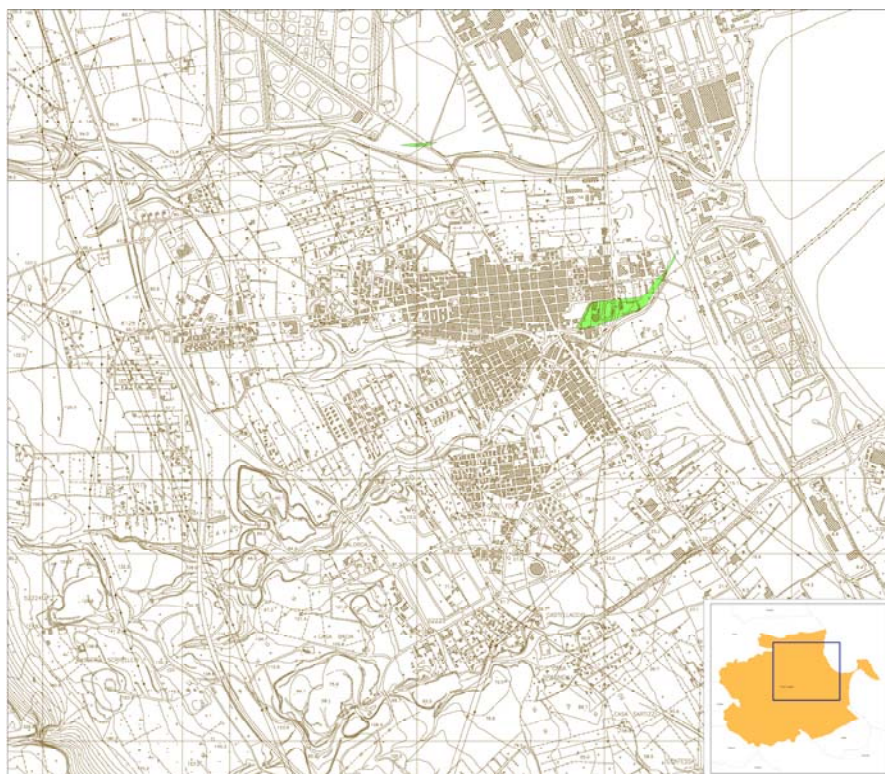


Figura 34 - Zona 2



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

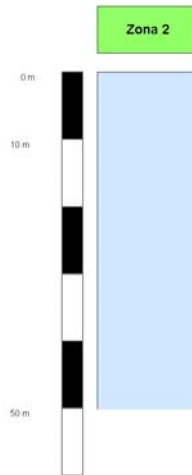


Figura 35 - Colonna stratigrafica Zona 2

Zona 3

Si distingue in due sottoaree estese lungo due zone situate circa nella parte centrale dell'area comunale di Priolo Gargallo (Figura 36) ed è caratterizzata da un'alternanza di terreni granulari (Calcareniti, calciruditi e sabbie) a differente grado di consistenza che poggia in discordanza sul substrato geologico rigido alla profondità media di circa 15 m sotto il piano campagna (Figura 37). La velocità media di propagazione delle onde S è di circa 600m/s.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

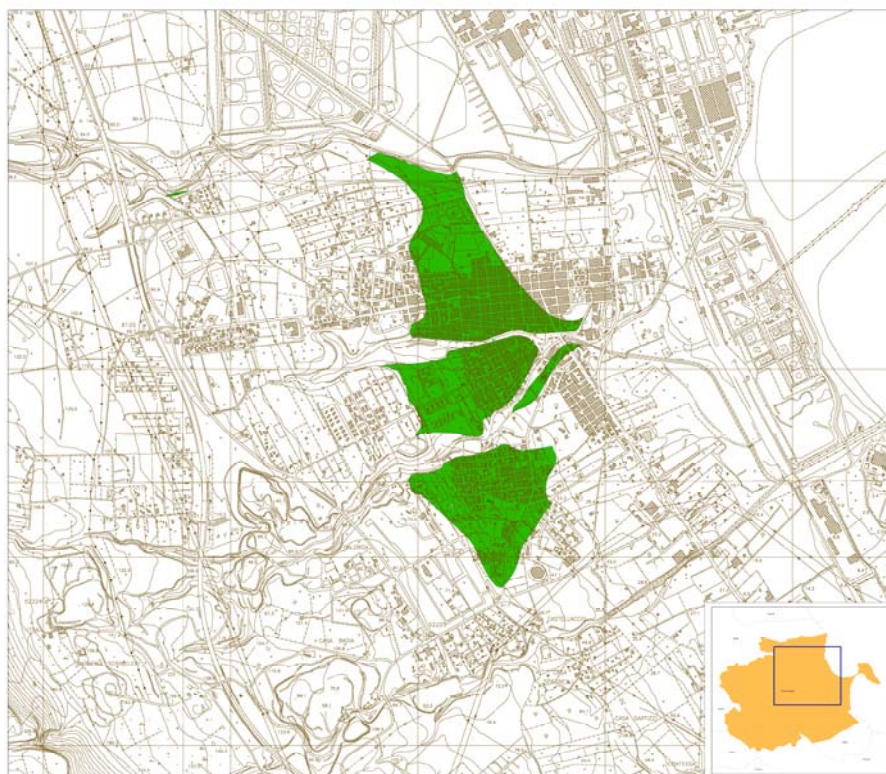


Figura 36 - Zona 3



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

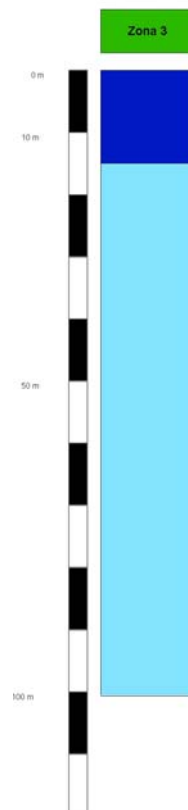


Figura 37 - Colonna stratigrafica Zona 3

Zona 4

E' rappresentata da due sottoaree molto estese situate rispettivamente nel quadrante NO ed in quello SE del comune di Priolo Gargallo (Figura 38). Tale Zona è caratterizzata da terreni granulari stratificati (Sabbie calcarenite), con spessore medio di circa 15 m (Figura 39) e velocità media di propagazione delle onde S di circa 600m/s.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

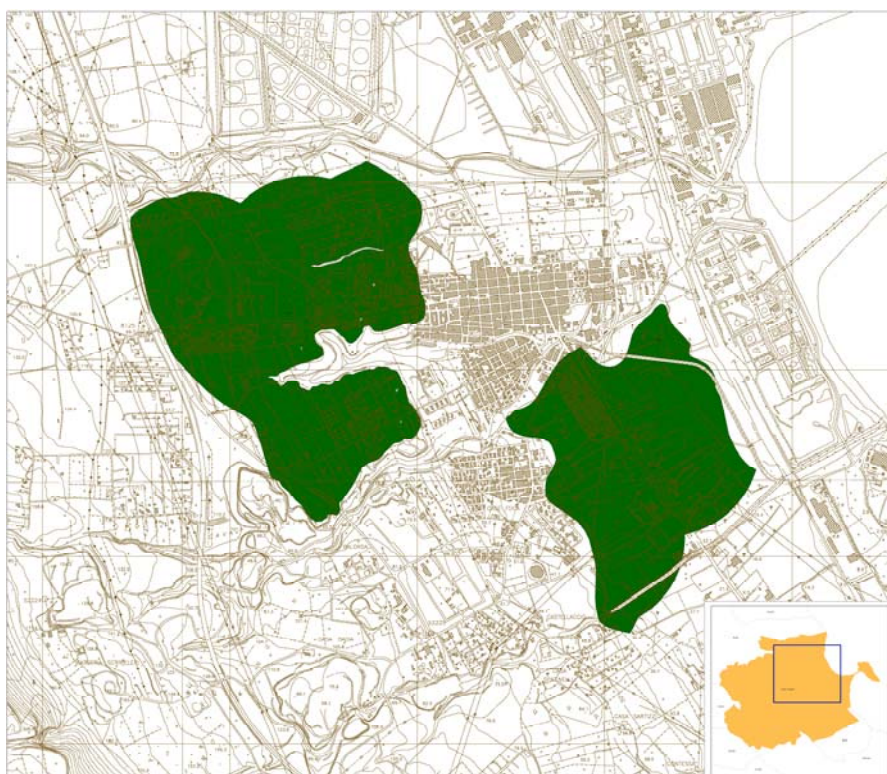


Figura 38 - Zona 4



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

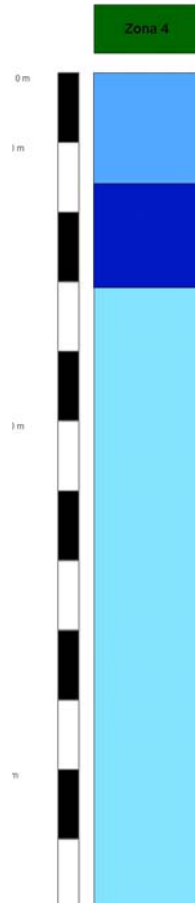


Figura 39 - Colonna stratigrafica Zona 4

Zona 5

Comprende due strette lingue di territorio orientale ortogonalmente alla costa che attraversano buona parte dell'abitato del comune di Priolo Gargallo (Figura 40).

E' composta da terreni di copertura alluvionali attuali e recenti, poggianti su diversi litotipi del substrato geologico (Figura 40).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

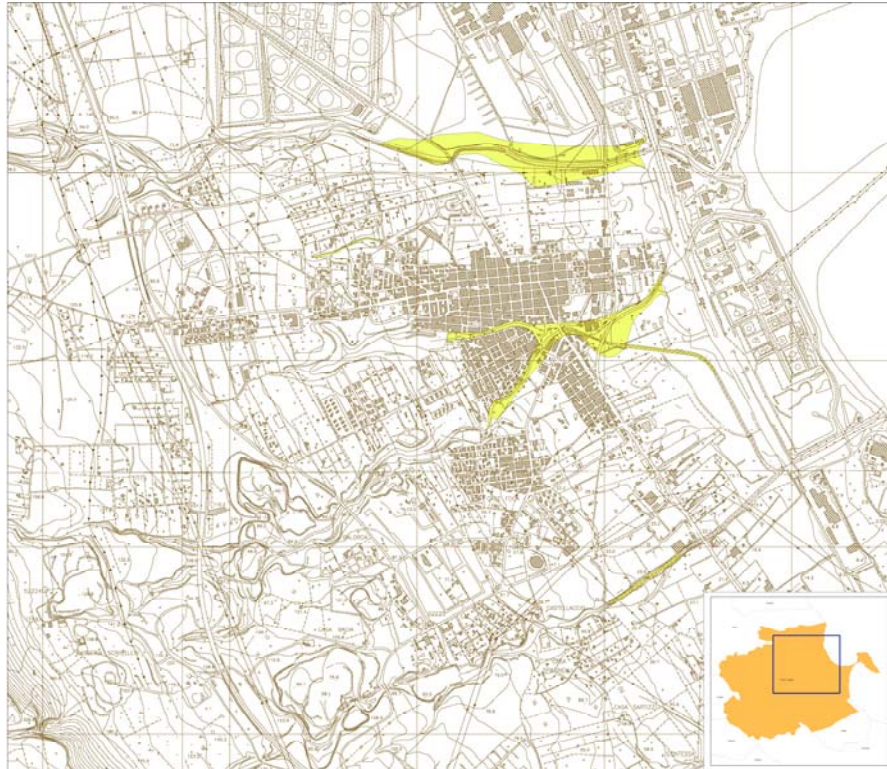


Figura 40 - Zona 5

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

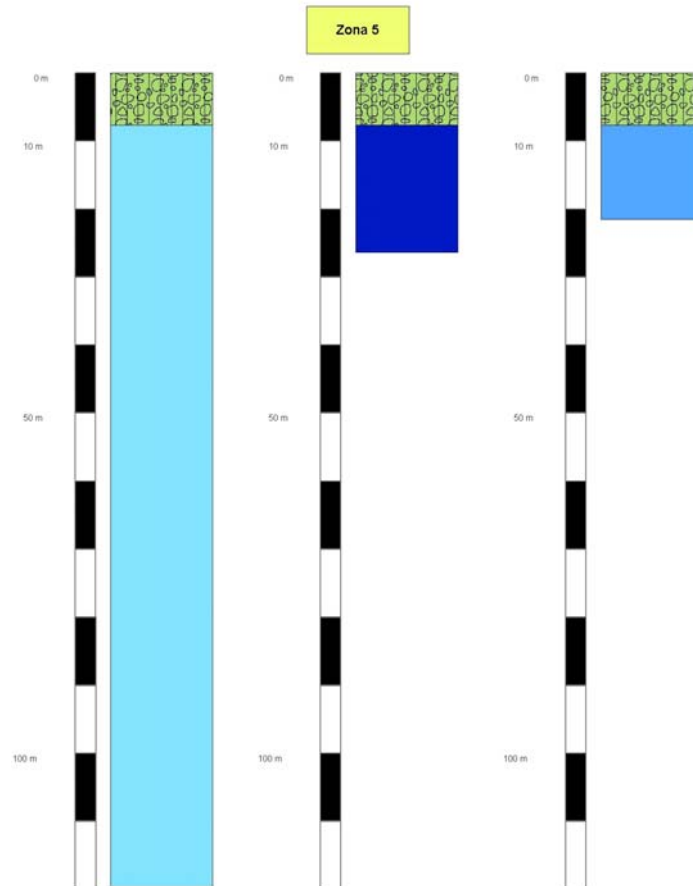


Figura 40 - Colonna stratigrafica Zona 5

Zona 6

In questa zona le aree dei paleo-alvei fluviali tardo quaternari ed olocenici, identificati in letteratura come *gravine*, hanno scavato importanti scarpate con inclinazione maggiore di 15°. Tale zona segue quindi l'andamento delle gole che tagliano il Comune di Priolo Gargallo (Figura 41) e rappresenta quindi una zona suscettibile di amplificazione locale per effetti topografici e morfologici.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Figura 41 - Localizzazione delle sezioni topografiche della Zona 6



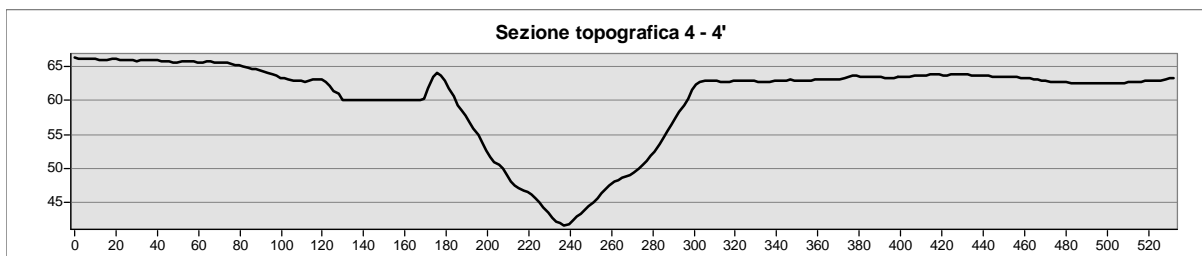
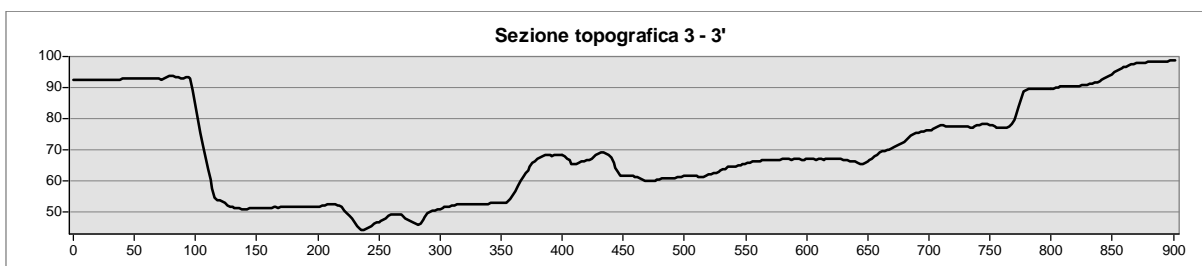
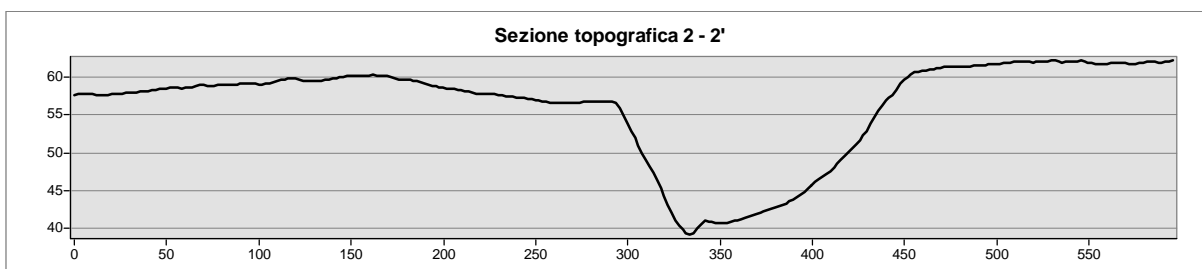
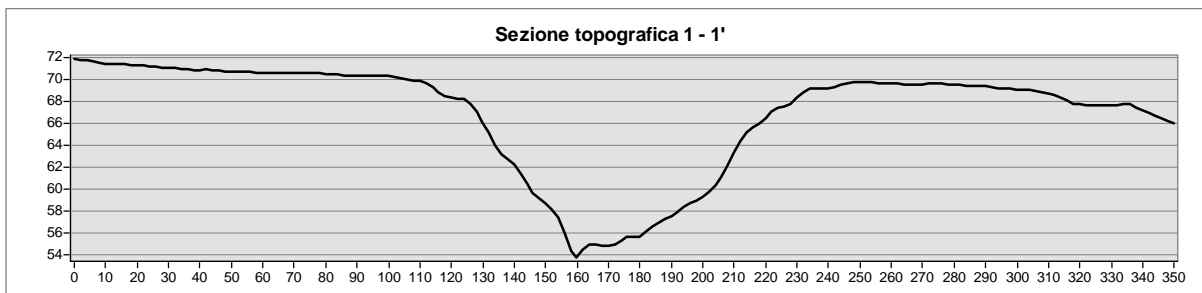
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



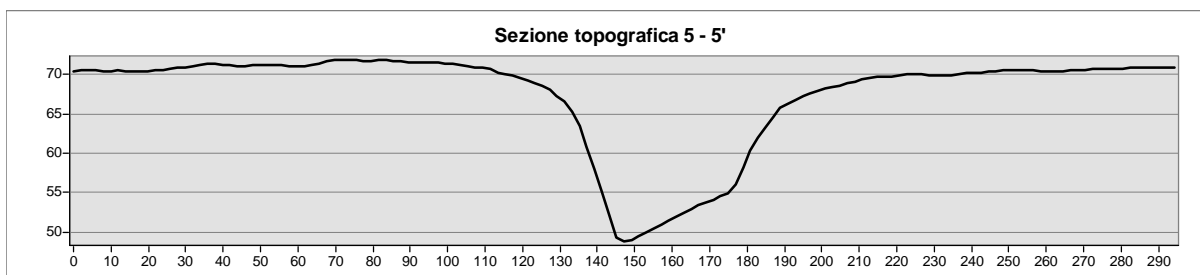


Figura 42 – Sezioni topografiche Zona 6

10 INDICAZIONI CONCLUSIVE

I rilievi geologici e geomorfologici acquisiti per il territorio comunale esaminato sono stati utili alla ricostruzione di un modello geologico preliminare del sottosuolo ed alla successiva classificazione delle formazioni presenti, in affioramento ed in profondità, finalizzata alla delimitazione di Microzone Omogenee. E' però necessario segnalare che l'analisi delle informazioni geologiche di base, propedeutica alla realizzazione degli elaborati prodotti, ha messo in evidenza per questo ambito territoriale la necessità di implementare i dati geognostici per numero e tipologia.

I risultati conseguiti sono, pertanto da considerare preliminari e potranno essere perfezionati solo in sede di successivi approfondimenti.

In questa fase si suggeriscono le seguenti indicazioni:

1) MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO.

Nel territorio in esame, segnatamente per l'area costiera, appare di grande utilità la ricostruzione della morfologia del substrato geologico, al di sotto delle coperture, sia ai fini del dettaglio dello spessore delle coperture stesse che allo scopo di individuare eventuali giaciture complesse, derivate anche dalla presenza di strutture tettoniche sepolte o giustapposizioni tra corpi a differente litologia che possono differenziare notevolmente la risposta sismica locale.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

L'eventuale progetto del programma d'indagini necessario dovrà essere fortemente vincolato alle informazioni geologiche di superficie ed in grado di definire:

- A) Spessore dei terreni di copertura e profondità del substrato;
- B) Dettaglio delle caratteristiche litologiche e stratimetriche dei terreni di copertura;
- C) Caratterizzazione sismica e geotecnica dei terreni di copertura.

2) ANDAMENTO DEL BEDROCK GEOFISICO.

La ricostruzione dell'andamento del bedrock geofisico che, come è stato messo in evidenza dai risultati qui conseguiti, non coincide con il tetto del substrato geologico, presenta maggiori difficoltà a causa della caotica distribuzione dei volumi fratturati dagli stress tettonici che lo pongono entro le formazioni del substrato a profondità che variano in modo irregolare.

La precisione di una tale ricostruzione, dunque, dipende dalla densità dei dati acquisiti. Sarebbe quindi utile la realizzazione di una pianificazione delle indagini dirette necessarie a fornire dati quantitativi su caratteristiche litologiche e sismiche dei terreni attraversati.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

11 BIBLIOGRAFIA

Asten M. W., 1978. Geological control of the three-component spectra of Rayleigh-wave microseisms. *Bulletin of the Seismological Society of America* 68 (6), 1623–1636.

Asten M. W., Henstridge J. D., 1984. Arrays estimators and the use of microseisms for reconnaissance of sedimentary basins. *Geophysics* 49 (11), 1828–1837.

Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M.M., Boschi E., 2008. The Database of Individual Seismogenic Sources, DISS version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014.

Bender B., Perkins D.M., 1987. SEISRISK III: a computer program for seismic hazard estimation. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1772, 48.

Ben-Menahem, A. & S.J. Singh, 1981. *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York.

Bottari A., Carapezza E., Carapezza M., Carveni P., Cefali F., Lo Giudice E., Pandolfo C., 1984. The Messina Strait Earthquake in the regional geostructural framework. *Act of XXVII International Geological Congress*, C 08 section, Moscow.

Butler R.W.H., Grasso M., Gardiner W. & Sedgely, 1997. Depositional patterns and their tectonic controls within the Plio-Quaternary carbonate sands and muds of onshore and offshore SE Sicily (Italy). *Marine and Petroleum Geology*, 14 (7-8), 879-892.

Carbone S. & Lentini F., 1981a. Caratteri deposizionali delle vulcaniti del Miocene superiore negli Iblei (Sicilia sud orientale). *Geologia. Romana*, 20, 79-101.

Carbone S. & Lentini F., 1981b. Rapporti tra il vulcanesimo miocenico e tettonica nel settore orientale dei Monti Iblei (Sicilia sud orientale) *Rend. Soc. Geol. It.*, 4, 245-248.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Carbone S, Grasso M., Lentini F., 1982c. Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal cretaceo al Quaternario. Mem. Soc. Geol. It., 24, 362-386.

Carbone S., Grasso M. e Lentini F., 1986. Carta Geologica del Settore Nord-Orientale Ibleo (Sicilia SE) scala 1:50.000. S.EL.CA Ed., Firenze.

Carbone S., 2011. Note illustrative della Carta geologica D'Italia, scala 1:50.000, Foglio 241 Augusta. S.EL.CA Ed., Firenze.

Castellaro S. e Mulargia F., 2009b. The effect of velocity inversions on H/V. Pure Appl. Geophys. 166, 567-592.

Catalano S., De Guidi G., Romagnoli G., Torrisi S., Tortorici G. & Tortorici L., 2008°. Evidence of a late Quaternary tectonic inversion along the Scicli Line: omplication for the sismotectonics of SE Sicily. £5° Convegno GNGT Roma, 2006, 286-289.

Cornell C. A., 1968. Engineering seismic risk analysis. Bull. Seism. Soc. Am., 58, 1583-1606.

Costa M., Di Grande A., Maniscalco R., Musumeci C., 1993. Assetto stratigrafico delle ultime manifestazioni eruttive iblee. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 20, 425-443.

CPTI Working Group, 2004. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>.

CPTI Working Group, 2011. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2011 (CPTI11), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>.

Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000. Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations. Pure Appl. Geophys., 157, 1445–1462.

Di Grande A., 1967. I sedimenti pleistocenici del margine settentrionale dell'Altopiano Ibleo. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 1,1,83-97

Di Grande A., 1968. L'alternanza neogenico quaternaria di vulcaniti e sediemnti al margine nord occidentale dell'Altopiano Ibleo. Atti Acc. Gioenia Sci. Nat., 1, 99-125.

Di Grande A., 1972. Geologia dell'area a nord di Augusta Francofonte (Sicilia SE). Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 7, 1 ,91-125.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

DISS Working Group, 2010. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: a compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/> INGV 2010 – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Douze E. J., 1964. Rayleigh waves in short-period seismic noise. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 54-4, 1197-1212.

Fäh, D., F. Kind, D. Giardini, 2001. A theoretical investigation of average H/V ratios. *Geophys. J. Int.* 145, 535-549.

Fäh D., Kind F. and Giardini D., 2003. Inversion of local S-wave velocity structures from average H/V ratios, and their use for the estimation of site-effects. *J. Seismol.*, 7, 449–467.

Field E. and Jacob K., (1993). The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise, *Geophys. Res. Lett.* 20, 2925-2928.

Field E. H., Jacobs K.H. and Hough S.H., 1992. Earthquake site response estimations: a weak-motion case study. *Bull. Seism. Soc. Am.* 82, pp. 2283- 2307.

Gasperini P. e Ferrari G., 1995. Stima dei parametri sintetici, in: Boschi E. (a cura di), *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*, ING e SGA, Bologna, 96-111.

Gasperini P. e Ferrari G., 1997. Stima dei parametri sintetici: nuove elaborazioni, in: Boschi E. (a cura di), *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, ING e SGA, Bologna, 56-64.

Gemmellaro G.C, 1885. Foglio 274 della Carta Geologica d'Italia (1:100.000) e le relative note illustrative.

Ghissetti F. & Vezzani L., 1980. The structural features of the Iblean Plateau and the Mont Judica area (South Eastern Sicily): a microtectonic contribution to the deformational history of the Calabrian Arc. *Boll. Soc. Geol. It.*, 99, 57-102.

Grasso M. & Lentini F., 1982. Sedimentary and tectonic evolution of the eastern Hyblean Plateau (Southeastern Sicily) during Late Cretaceous to Quaternary time. *Palaeog. Palaeocl. Palaeoecol.*, 39, 261-280.

Grasso M, Lentini F., Lombardo G. & Scamarda G., 1979. Distribuzione delle facies cretaceo-mioceniche lungo l'allineamento Augusta – Monte Lauro (Sicilia Sud Orientale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 98. 175-188.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Grasso M., Lentini F. & Pedley H.M., 1981. Late Tortonian Messinian (Miocene) palaeogeography of SE Sicily, information from two new formations of the Sortino group. *Sedimentary Geology*, 32, 279-300.

Grasso M., Lentini F., Carbone S., 1987., Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.): presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud – orientale. *Memorie della Società Geologica Italiana* vol. XXXVIII, fasc. unico.

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Valensise G., 2007. CFTI04MED, Catalogo dei forti terremoti in Italia e nell'area mediterranea. INGV-SGA.

Gruppo di Lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione civile, INGV, Milano-Roma, Aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

Gutenberg B., 1958. Microseisms. *Advan. Geophys.*, 5, 53-92.

Gutierrez C. and Singh S. K., 1992. A site effect study in Acapulco, Guerrero, Mexico: comparison of results from strong-motion and microtremor data, *Bull. Seism. Soc. Am.* 82, 642-659.

Kafka F.T. & Kirkbride R.K., 1959. The Ragusa oil field (Sicily). V. *World Petr. Congr., Proc. Geol. Sect.*, 1, New York.

Kanai K., 1954. Measurements of Microtremors. *Bulletin of earthquake research institute, Tokyo University*, 32, 199-210

Kanai, K., 1957. The requisite condition for the predominant vibration of ground. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 35, 457-471

Kanai K. and Tanaka T., 1961. On microtremors, VIII, *Earthquake Res. Inst. Tokyo* 39, 97-114.

Lachet C., & Bard P.Y., 1994. Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitations of the Nakamura's technique. *J. Physics of the Earth*, 42-4, 377-397.

Lachet C. & Bard P. Y., 1995. Theoretical investigation of the Nakamura's technique. *Proceedings of the 3rd international conference on recent advances in geotechnical earthquake engineering and soil dynamics*, 2, 617-675.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Lentini F., Carbone S. & Grasso M., 1984. Carta geologica della Sicilia sud orientale, scala 1:100.000. S.EL.CA., Firenze.

Lentini F., Grasso M. & Carbone S., 1987. Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione. In F. Lentini, M. Grasso & S. Carbone (Eds): "Sistemi avana fossa avampaese lungo la Catena appenninico Maghrebide". Conv. Soc. Geol. It., 1987, 60pp.

Lermo, J., F. J. Chavez-Garcia, 1994. Are microtremors useful in site response evaluation? Bulletin of Seismological Society of America 84, 1350-1364.

Lermo J., M. Rodriguez and S.K. Singh, 1988. Natural periods of sites in the valley of Mexico from microtremors measurements and strong motion data. Earthquake Spectra. 4(4), 805-814.

Locati M., Camassi R. e Stucchi M. (eds.), 2011. DBMI11, the 2011 version of the Italian.

Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, QR of RTRI 30, p. 25-30.

Nogoshi M., and T. Igarashi, 1970. On the amplitude characteristics of microtremors, J. Seism. Soc. Jpn 23, 264-280.

Ogniben L., 1960. Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale. Riv. Min. Sic., 64-65, 183-212.

Okada H., 2003. The Microtremor Survey Method (translated by Koya Suto): Geophysical Monograph Series, No.12, Society of Exploration Geophysicists.

Patacca E., Scandone P., Giunta G. & Liguori V., 1979. Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (southern Sicily). Geologica romana, 18, 331-369.

Pedley H.M., 1981. Sedimentology and paleoenvironment of the southeast Sicilian Tertiary platform carbonates. Sedimentary Geology, 28, 273-291.

Postpischl D., 1985. Atlas of isoseismal maps of Italian earthquakes - Progetto P.F.G..

Rigo M. & Barbieri F., 1959. Stratigrafia pratica applicata in Sicilia. Boll. Serv. Geol. D'It., 80, 351-441.

Rigo M. & Cortesini A., 1961. Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale. Boll. Soc. geol. It., 81. 349-369.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., 2011. CPT111, versione 2011 del Catalogo parametrico dei terremoti italiani.

SESAME Project: "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005.

Shiono, K., Y. Ohta and K. Kudo, 1979. Observation of 1 to 5 sec microtremors and their applications to earthquake engineering. Part VI: existence of Rayleigh wave components. Journal of Seismological Society of Japan, 32, 115-124.

Spampinato C.R., Costa B., Di Stefano A., Monaco C., Scicchitano G., 2011. The contribution of tectonics to relative sea-level change during the Holocene in coastal south-eastern Sicily: New data from boreholes. Quaternary International, 232, 214-227.

Tiberti M. M., Fracassi U., Valensise G., 2006. Il quadro sismotettonico del grande terremoto del 1905, In "8 settembre 1905 Terremoto in Calabria" a cura di Ignazio Guerra e Antonello Savaglio, Volume edito dalla Regione Calabria Assessorato alla Cultura, Università della Calabria, Dipartimento di Fisica, Deputazione di Storia Patria per la Calabria. AGM S.r.l. Castrovillari (CS).

Yamanaka H., M. Dravinski and H. Kagami, 1993. Continuous measurements of microtremors on sediments and basement in Los Angeles, California. Bull. Seism. Soc. Am, 83(5), 1595-1609.

12 ALLEGATI

Elaborati Cartografici

Carta delle indagini

Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

Carta delle frequenze

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1)