



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

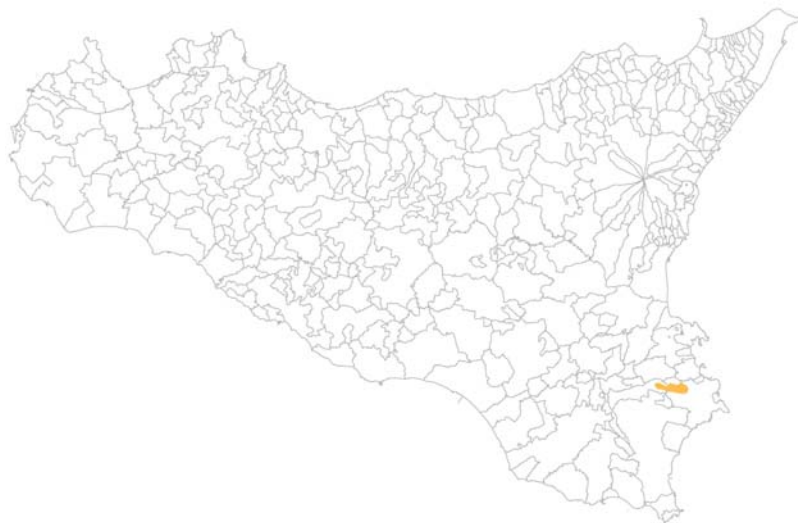
MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

MS Livello 1

Regione Sicilia

Comune di Floridia



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	6
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	12
3	CENSIMENTO DATI	14
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	15
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica	15
4.2	Idrografia	17
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale	18
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata	25
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata	26
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti	28
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti	31
5	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO	36
5.1	Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale	37
5.2	Strutture sismogenetiche e faglie attive	51
5.3	Sismicità storica del comune di Floridia	55
6	METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI	59
7	ELABORATI CARTOGRAFICI	62



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	GEOGNOSTICA E GEOFISICA	69
8.1	Strumentazione utilizzata	69
8.2	Processing dei dati	70
8.3	Il Rumore sismico	71
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	73
8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	75
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti	78
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico	79
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti	86
9	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	88
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	91
10	INDICAZIONI CONCLUSIVE	99
11	BIBLIOGRAFIA.....	100
12	ALLEGATI.....	105

Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area	7
Figura 2 - Corografia dell'area.....	13
Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche	17
Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampaease Ibleo (da Lentini et al., 1984)	20
Figura 5 – Schema della distribuzione delle facies cretacico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altopiano calcareo s.s. (Carbone et al., 1986 modificato).....	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

Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici.....	30
Figura 7 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido.....	31
Figura 8 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura.....	32
Figura 9 - Carta geologico tecnica.....	35
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)	38
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)	39
Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011)	40
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).....	42
Figura 14 - Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	44
Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	45
Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	46
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).....	48
Figura 18 - Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari <i>et al.</i> , 1984).....	51
Figura 19 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of Individual Seismogenic Sources (Basili <i>et al.</i>, 2008)	53
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).....	54



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 Floridia (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011)	56
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	57
Figura 23 - Comune di Floridia: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)	75
Figura 24 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Floridia.....	77
Figura 25 - Carta delle frequenze nel Comune di Floridia	79
Figura 26 - Profilo A-A'	80
Figura 27 – Distribuzione sondaggi e Down-Hole	85
Figura 28 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	90

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati.....	30
Tabella 2 - Compendio della classificazione litologica.	34
Tabella 3 - Storia sismica del comune di Floridia (DBMI11 Locati <i>et al.</i> , 2011); Is è l'intensità macrosismica risentita (MCS); Ax l'area epicentrale; Np è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; Io è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); MW è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima	55



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

Parametro di scuotimento PGA (g)		Probabilità in 50 anni/Periodo di ritorno				
		2%	5%	10%	22%	30%
		2475a	975a	475a	201a	140a
Percentile	16	0,438	0,289	0,201	0,127	0,103
	50	0,569	0,360	0,253	0,158	0,126
	84	0,671	0,449	0,300	0,179	0,145

Tabella 4 - Valori di PGA stimati per il comune di Floridia 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..... 58

Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico 72

Tabella 6 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione 76

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..... 76

Tabella 8 – Stratigrafia dei sondaggi geognostici..... 82

Tabella 9 – Velocità delle onde P e S determinate con il metodo down-hole 84



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 Floridia in Provincia di Siracusa (Figura 1 – Individuazione geografica dell'area).



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

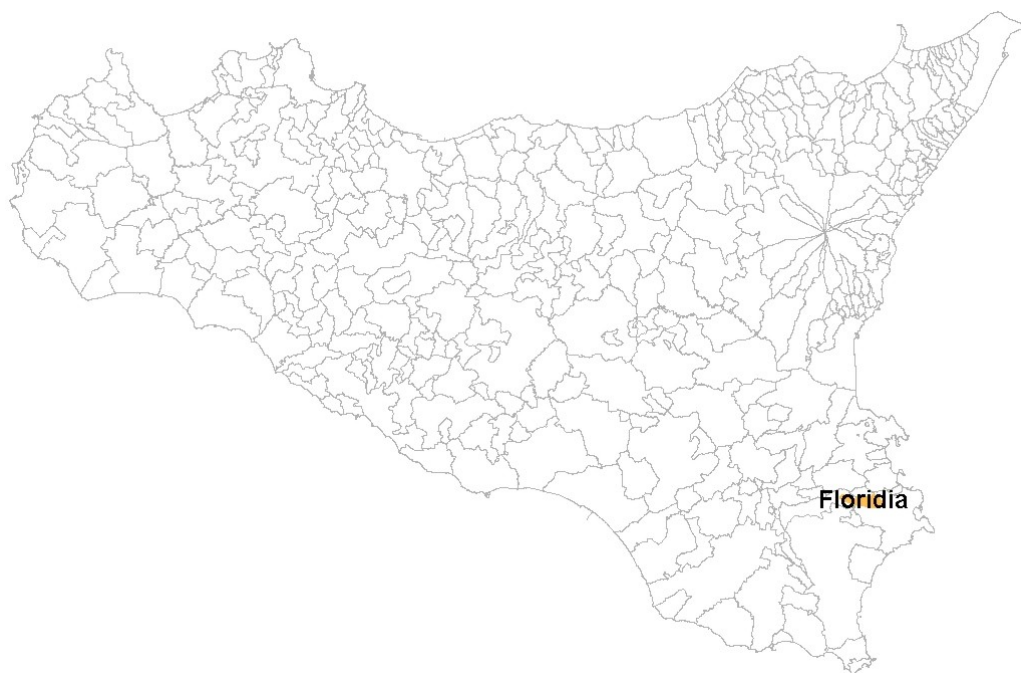


Figura 1 – Individuazione geografica dell'area

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.

Finalità:



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

- 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 perimetrare 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 speditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR 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

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 presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è



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

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:

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</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

	<p>del livello 1; 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 Floridia in Provincia di Siracusa.

Il territorio comunale di Floridia, ubicato nella Sicilia sud orientale, nel settore orientale dell'Altopiano Ibleo, occupa un'estensione di circa 26 Km² (Figura 2 - Corografia dell'area).

Nella cartografia ufficiale in scala 1:25.000 edita dall'I.G.M., ricade nelle tavolette "Floridia" F° 274 III SE e "Solarino" F°274 III NE.

Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Floridia, ove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, non esistono centri abitati secondari di rilevante importanza. Gli abitanti censiti sono circa 23.050.

Il territorio comunale di Floridia è caratterizzato da un paesaggio prevalentemente tabulare, con strette e marcate incisioni vallive, la cui configurazione è riconducibile al recente sollevamento tettonico di tutta l'area iblea.

La zona di studio comprende una zona sub-pianeggiante che da 100 m s.l.m. in corrispondenza di C.da Serrantone arriva a un massimo di circa 300 m s.l.m. in prossimità di C.da Piano Monasterello.



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

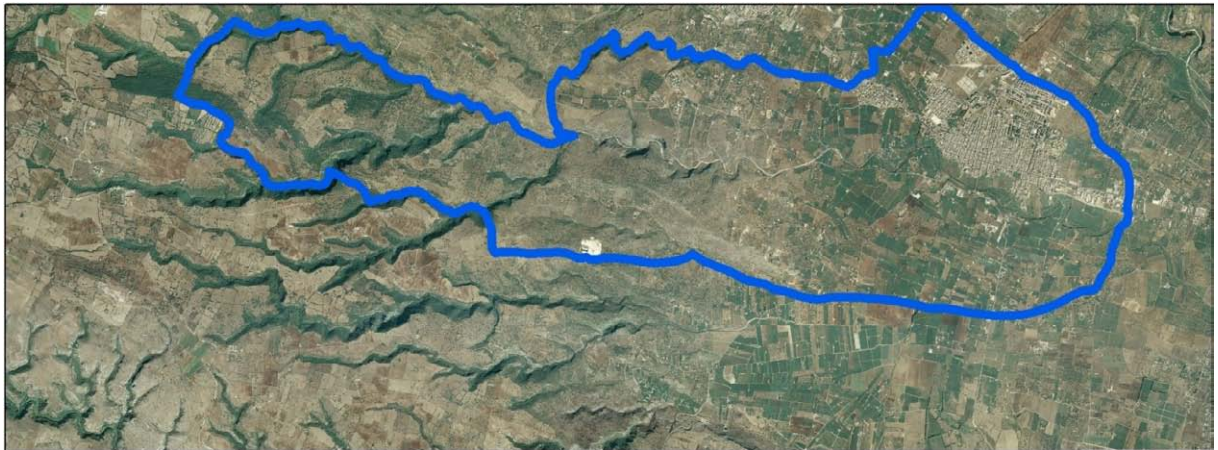


Figura 2 - Corografia dell'area



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

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 del Territorio comunale di Floridia a supporto della Revisione del P.R.G. (2004);
- 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 Floridia rientra nel settore sudorientale della Sicilia e ricade sul versante ionico dei Monti Iblei. Si estende, per una superficie complessiva di circa 26 Km² e confina a N con il comune di Solarino, ad E con il comune di Siracusa, e a O con il comune di Palazzolo Acreide.

Nel complesso la gran parte del territorio comunale di Floridia manifesta il paesaggio tipico del basso versante orientale ibleo, prevalentemente tabulare, localmente interrotto da strette e marcate incisioni vallive. Esso è riconducibile al



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

recente sollevamento tettonico di tutta l'area iblea, che ha determinato un rapido approfondimento del reticolo idrografico preesistente.

Mostra nel suo complesso un assetto morfologico a sviluppo tipicamente sub-pianeggiante o comunque poco accidentato, con ampie spianate poco acclivi, localmente interrotte bruscamente da profonde e ripide incisioni che prendono il nome di cave. Quest'ultime hanno origine dall'erosione delle acque di deflusso superficiale e sono impostate probabilmente su direttrici tettoniche principali o su grossi sistemi di discontinuità secondarie in concomitanza con il progressivo sollevamento dell'area.

In particolare l'area si configura in una successione di spianate tabulari disposte secondo gradinate altimetricamente degradanti da O verso E-SE, interrotte localmente da depressioni vallive strette dal tipico profilo a V con pareti subverticali.

La disposizione dei rilievi e delle incisioni che caratterizza questo paesaggio morfologico risulta direttamente collegabile ai tipi litologici affioranti e alle principali linee di dislocazione tettonica.

Dal punto di vista altimetrico è possibile distinguere, nell'area oggetto di studio, un'unica zona:

- zona sub-pianeggiante che da 100 m s.l.m. in corrispondenza di C.da Serrantone arriva a un massimo di circa 300 m s.l.m. in prossimità di C.da Piano Monasterello.

La figura di seguito proposta (Figura 3) evidenzia le fasce altimetriche suddivise nei seguenti intervalli: 0-50 m; 50-100 m; 100-200 m; 200-600 m, come si evince da questa immagine solo una piccola porzione del territorio Comunale è posta ad una quota superiore ai 700 m s.l.m. Sempre in figura 3 si riportano le aree di intervento (poligoni di colore rosso), così come previsto dall'OPCM 3907/2010, dal quale si evince che la quasi totalità dell'area di studio ricade nella fascia compresa tra 100 - 200 m s.l.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



Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche

4.2 Idrografia

Negli Iblei le caratteristiche di permeabilità dei terreni carbonatici e la presenza di un reticolo idrografico superficiale a regime esclusivamente torrentizio, con frequenti fenomeni di carsismo, determinano l'esistenza di una importante circolazione idrica sotterranea.

I tratti morfologici della rete idrica superficiale risultano fortemente condizionati dalle strutture tettoniche dell'area e dalle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti.

Nel quadro morfologico dei Monti Climiti si sviluppano elementi idrografici particolari, caratteristici di questo territorio denominati localmente "cave" caratterizzati da una valle fluviale profondamente incassata nelle rocce, stretta, con frequenti gomiti e tratti rettilinei, pareti subverticali e stretto letto ciottoloso, con esigui depositi di fondo. Tali morfologie sono generate dall'interazione dei fenomeni di sollevamento tettonico con i processi di dissoluzione carsica ed i processi di erosione fluviale.

La loro genesi ed evoluzione è dovuta sia alla giacitura suborizzontale e alla 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.



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

Il reticolo idrografico che si sviluppa nel territorio di Floridia assume le suddette caratteristiche con valli fluvio - carsiche, fortemente controllate dalla tettonica.

La gran parte del territorio comunale comprende una fascia di territorio ricadente in diversi bacini idrografici di modeste dimensioni che traggono origine dai Monti Climiti, quali la Cava Spampinato Calatrelli e la Cava Calatrello Cirino (e altre ramificazioni minori: Cava Monasteri, Cava del Parroco), che si sviluppano in direzione O-E fino a confluire in C.da Piano Croce in un'unica asta (Cava Mulinello) che correndo lungo il limite meridionale dell'abitato si immette nel Vallone Cifalino al confine con il territorio comunale siracusano.

4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

La situazione geostrutturale di una zona limitatamente estesa, come il territorio del Comune di Floridia, può essere correttamente definita solo in riferimento all'assetto generale di un territorio più vasto.

Nel caso particolare occorre riferirsi alle condizioni del settore orientale della Sicilia e, in particolare, alla zona del versante nord-orientale Ibleo, nell'ambito della quale ricade il suddetto comune.

Cartografia geologica disponibile:

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).



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

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 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).

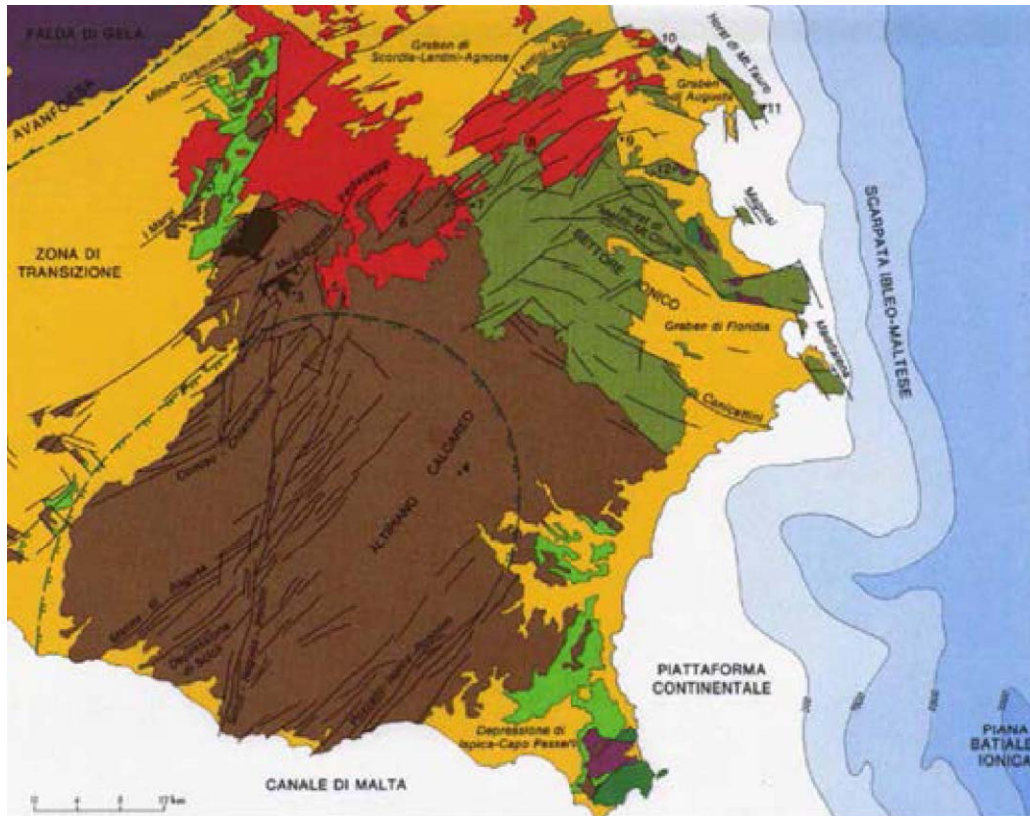


Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampaese Ibleo (da Lentini et al., 1984)

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



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

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 pre-evaporitico.

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



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

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 creataceo 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.

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



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

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.

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.

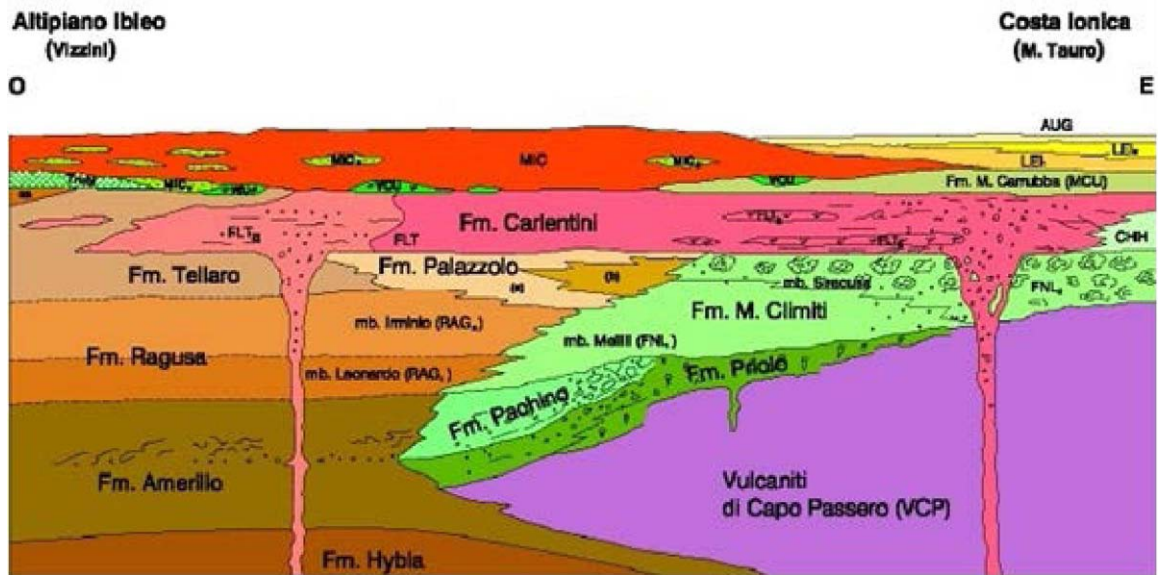


Figura 5 – Schema della distribuzione delle facies cretacico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altipiano calcareo s.s. (Carbone et al., 1986 modificato)

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 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 Imrinio (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



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

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 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 Miocene e il Quaternario.



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

Le caratteristiche geologiche e stratigrafiche del territorio comunale di Floridia 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 sedimentari appartenenti al Quaternario.

4.5 Stratigrafia dell'area esaminata

Nel dettaglio la successione stratigrafica è costituita:

- Depositi superficiali
- Depositi alluvionali recenti (Olocene);
- Depositi alluvionali terrazzati (Olocene.);
- Calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio superiore);
- Conglomerati (Pleistocene medio superiore);
- Argille grigio – azzurre (Pleistocene inferiore medio);
- Sabbie e calcareniti (Pleistocene inferiore).

Depositi superficiali

Depositi a granulometria sabbioso - limosa di colore marrone, con spessori variabili da 1 a 3 m.

Depositi alluvionali recenti (Olocene)

Depositi incoerenti alluvionali, a granulometria sabbioso - limosa, con ciottoli eterometrici. Si trovano nei fondovalle delle incisioni che solcano il territorio esaminato, con spessori variabili in funzione delle modalità di deposizione.

Depositi alluvionali terrazzati (Olocene)

Depositi incoerenti a granulometria sabbioso - limosa e localmente argilloso – limosa, di colore dal giallo al marrone.



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

Si ritrovano in corrispondenza dei terrazzi lungo i versanti della Cava Mulinello.
Gli spessori sono generalmente inferiori ai 5 m.

Calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio superiore)

Si tratta di calcareniti grossolane organogene di colore giallo ocra, spesso interessate da intercalazioni di materiali conglomeratici e sabbiosi. Sono debolmente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata.

Dal punto di vista stratimetrico i litotipi calcarenitici presentano una intensa fratturazione a causa di movimenti dislocativi a carattere regionale e locale. Le fratture e le diaclasi smembrano la roccia in una serie contigua di romboedri irregolari di varie dimensioni.

Si trovano in affioramento in un'ampia area a E del territorio comunale, con spessori variabili sino a 10 metri circa.

Conglomerati (Pleistocene medio superiore)

Sono costituiti da ciottoli e ghiaie incoerenti di natura carbonatica, più o meno cementati e di modesto spessore.

Affiorano a SO del centro abitato in C.da Fevotti.

Argille grigio – azzurre (Pleistocene inferiore medio)

Argille e argille siltoso - marnose o anche sabbiose, massive o 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.

Affiorano in limitati lembi in destra e in sinistra idrografica della Cava Mulinello.

Sabbie e calcareniti (Pleistocene inferiore)

Calcareniti e calciruditi tenere e friabili, di colore bianco giallastro, organogene, che si ritrovano in alternanza con sottili livelli sabbiosi poco cementati. La presenza di fossili è abbondante; alla base sono presenti microfossili (globigerine), nella parte medio-alta macrofauna, soprattutto pecten e altri bivalvi. Si presentano massive o



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

irregolarmente stratificate, talvolta clinostratificate a media e grande scala, in strati variabili dal decimetro al metro, a giacitura sub-orizzontale.

Si trovano in affioramento in una limitata area in C.da Marchesa ad O del centro abitato.

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, è infatti possibile osservare che il territorio qui esaminato presenta una fisiografia prevalentemente tabulare interrotta a tratti da scarpate e pareti sub-verticali che delimitano il corso delle "cave".

L'erosione fluviale si manifesta sia come forma di erosione in profondità (incisione), sia come erosione laterale ma spesso i due fenomeni coesistono.

Le "cave", erodendo i terreni affioranti di natura carbonatica, danno origine a valli a V molto profonde la cui erosione in profondità, tipica dello stadio giovanile dei torrenti, riguarda generalmente limitate estensioni areali; l'erosione laterale, con erosione per scalzamento delle sponde, modifica le scarpate di erosione fluviale e ne causa l'arretramento.

Un altro aspetto tipico dell'areale studiato, e più in generale di tutto il paesaggio ibleo, è la presenza di fenomeni carsici dovuti a fenomeni di dissoluzione sia



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

superficiali che sotterranei che determinano la formazione di fessure, cavità, ingrottamenti di varia forma e dimensioni.

Dall'esame degli elaborati dello studio geologico di PRG, e della cartografia del PAI Sicilia e di quanto disponibile in bibliografia è stato possibile derivare, per tutto il territorio comunale di Floridia, 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 PRG, PAI, CARG);
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
 - 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 (Tabella 1).

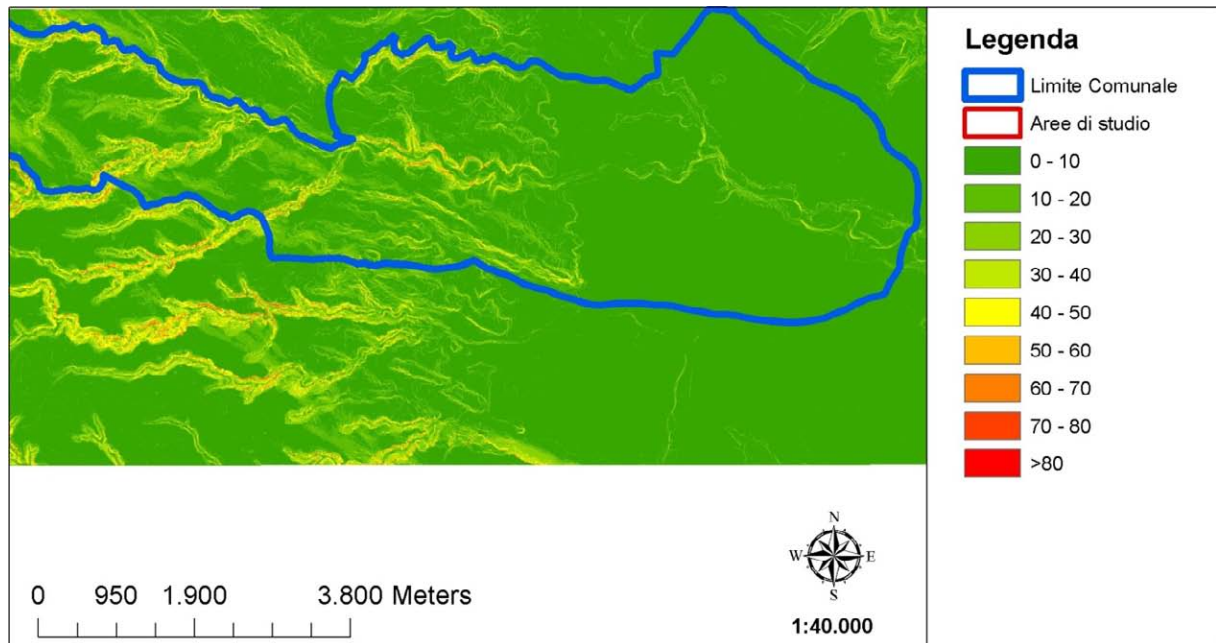


Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici

Descrizione	Numero
Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)	11

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati.

Il risultato del modello di analisi sopra descritto, in accordo con le caratteristiche morfologiche del territorio studiato (poligono rosso della figura sopra riportata) non ha evidenziato forme di superficie che possano essere riconducibili a processi morfogenetici attivi.



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.










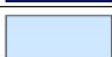

Substrato geologico rigido o non rigido		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	NR	Substrato geologico non rigido
	SF	Substrato geologico rigido molto fratturato
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato,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


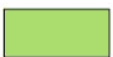



Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, 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 Floridia sono stati classificati nel modo seguente:

A) Substrato geologico di tipo “Lapideo Stratificato” (ALS) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio superiore) - calcareniti grossolane organogene di colore giallo ocra, spesso interessate da intercalazioni di materiali conglomeratici e sabbiosi. Sono debolmente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata. Dal punto di vista stratimetrico i litotipi calcarenitici presentano una intensa fratturazione a causa 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

movimenti dislocativi a carattere regionale e locale. Le fratture e le diaclasi smembrano la roccia in una serie contigua di romboedri irregolari di varie dimensioni.

B) Substrato geologico di tipo “Alternanza di Litotipi Stratificati” (NR) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Argille grigio – azzurre (Pleistocene inferiore medio) - argille e argille siltoso-marnose o anche sabbiose, massive o 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.

C) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo” (SM) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Depositi superficiali - depositi a granulometria sabbioso-limosa di colore marrone con spessore variabile da 1 a 3 m.

D) 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 recenti - depositi incoerenti alluvionali, a granulometria sabbioso-limosa, con trovanti di ciottoli eterometrici; si trovano nei fondovalle delle incisioni che solcano il territorio esaminato con spessore variabile in funzione delle modalità di deposizione.

E) Terreni di copertura classificati come “Sabbie limose, miscela di sabbia e limo” (GW) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Depositi alluvionali terrazzati - depositi incoerenti a granulometria sabbioso - limosa e localmente argilloso - limosa di colore dal giallo al marrone e spessori generalmente inferiori ai 5 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

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	Alternanza di litotipi stratificati (ALS)	Calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio superiore)
	Non rigido (NR)	Argille grigio-azzurre (Pleistocene inferiore-medio)
Terreni di copertura	Sabbie limose, miscela di sabbie e limo (SM)	Depositi superficiali (Olocene)
	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM)	Depositi alluvionali recenti (Olocene)
	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (GW)	Depositi alluvionali terrazzati (Olocene)

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

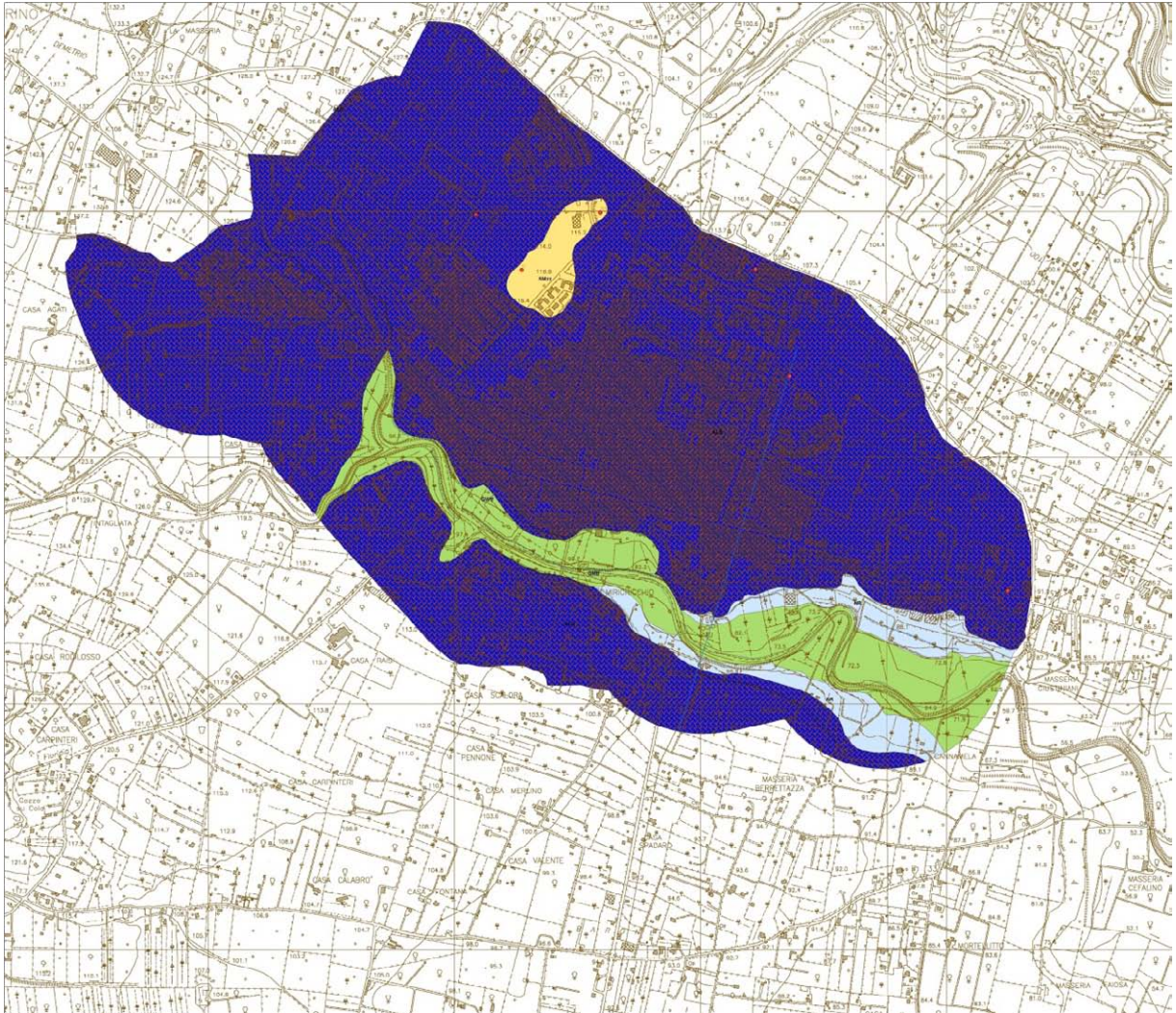


Figura 9 - Carta geologico tecnica



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

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

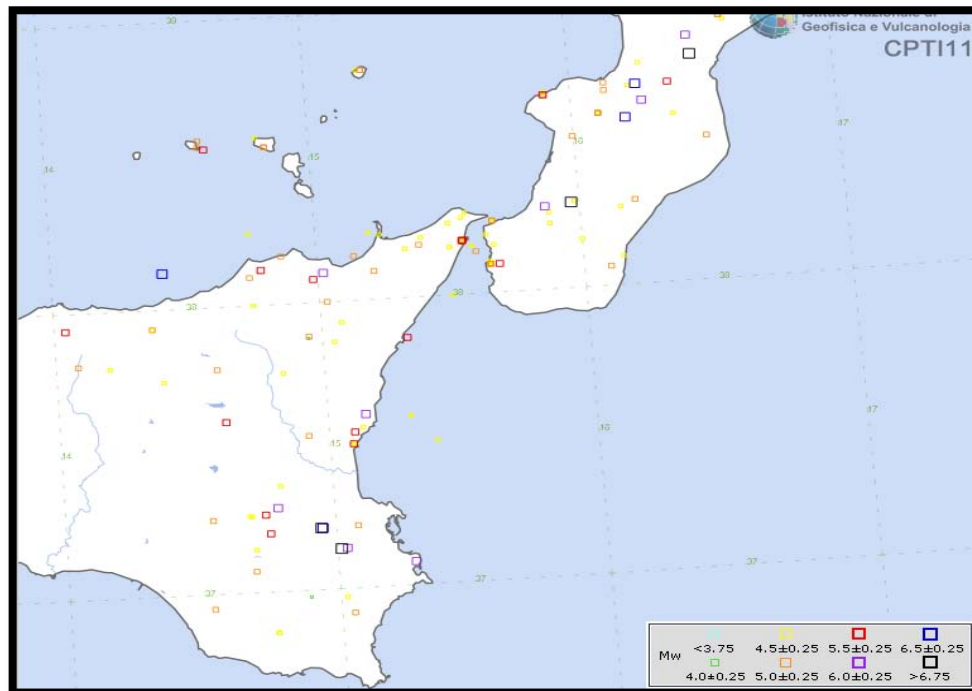


Figura 10 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPT111, Rovida *et al.*, 2011)



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

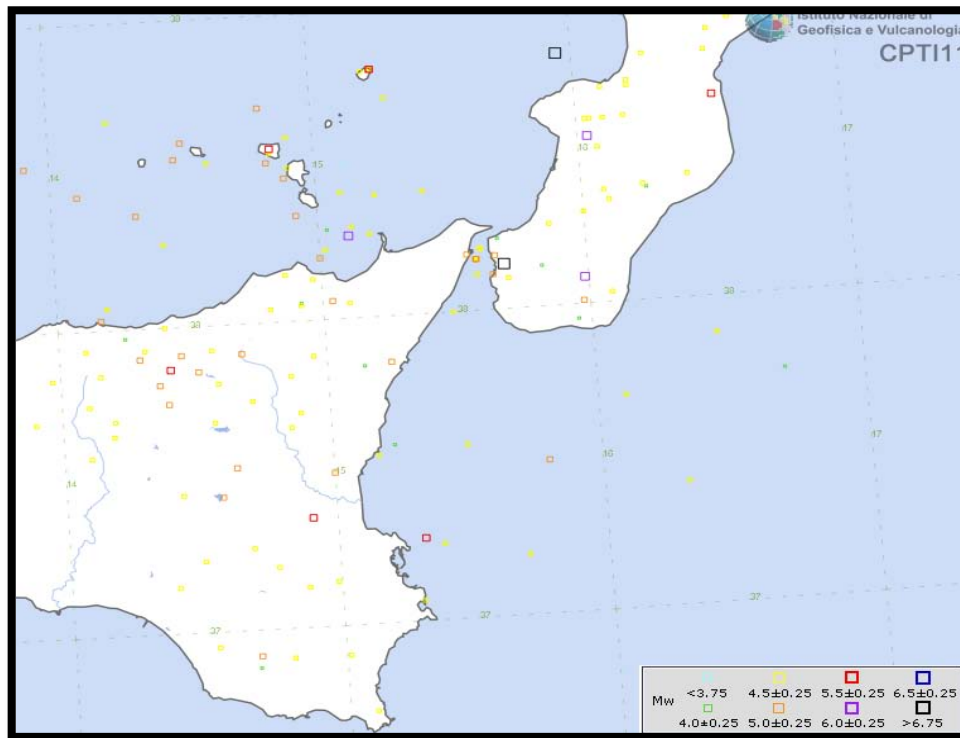


Figura 11 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPTI11, Rovida *et al.*, 2011)



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

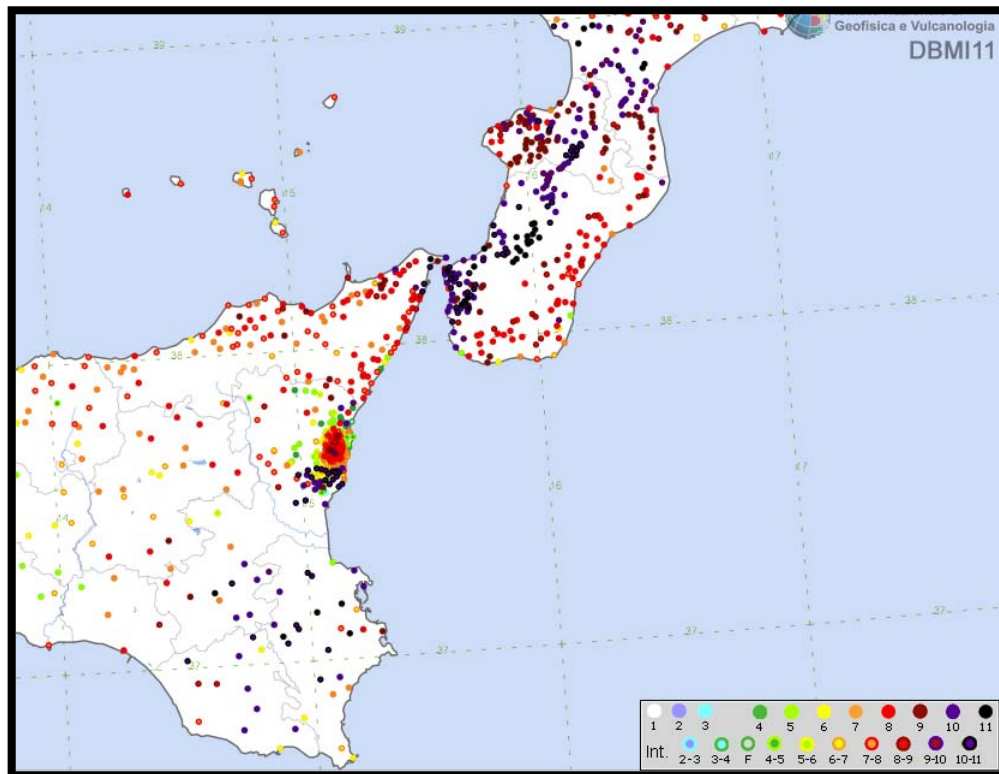


Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)

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



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

attraverso il metodo delle aree di risentimento che si basa su un adeguato 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 6000 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 (alla latitudine della Sicilia settentrionale, all'incirca le ore 5:00 GMT). Gli effetti più gravi risultarono concentrati nella città di Naso, dove crollarono oltre 200 abitazioni e tutte le altre furono gravemente danneggiate. I morti furono 103 (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 14000kmq, 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



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

maltese. Ovviamente l'ampiezza totale dell'area di risentimento è sconosciuta perché il mare 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.

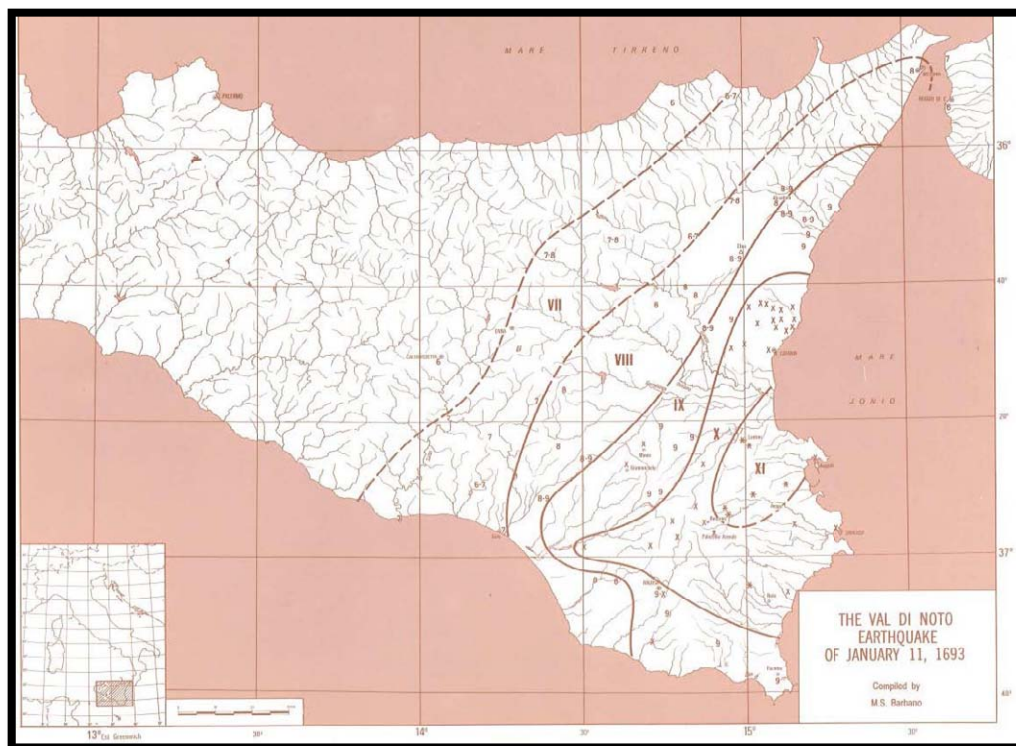


Figura 13 - Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)



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

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 N-E 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

sovrapposizione degli effetti distruttivi. Il quadro degli effetti che si è delineato è quindi, per alcune località, il risultato dell'azione cumulativa di più scosse. Quando la documentazione lo ha consentito, sono stati distinti gli effetti di danno relativi ai singoli eventi sismici. Rimane tuttavia aperta la questione relativa alla eventuale sovrastima dei danni, non quantificabile, indotta dalla vulnerabilità di un patrimonio edilizio fortemente indebolito da numerosissime e ravvicinate scosse e già di per sé di cattiva qualità.

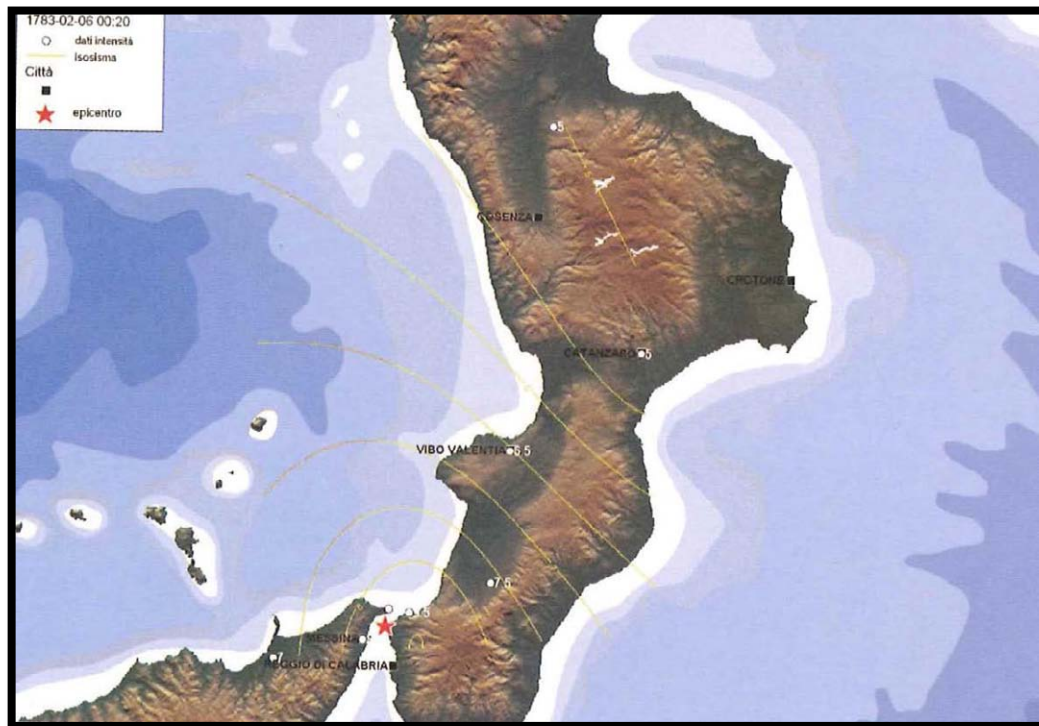


Figura 14 - Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



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

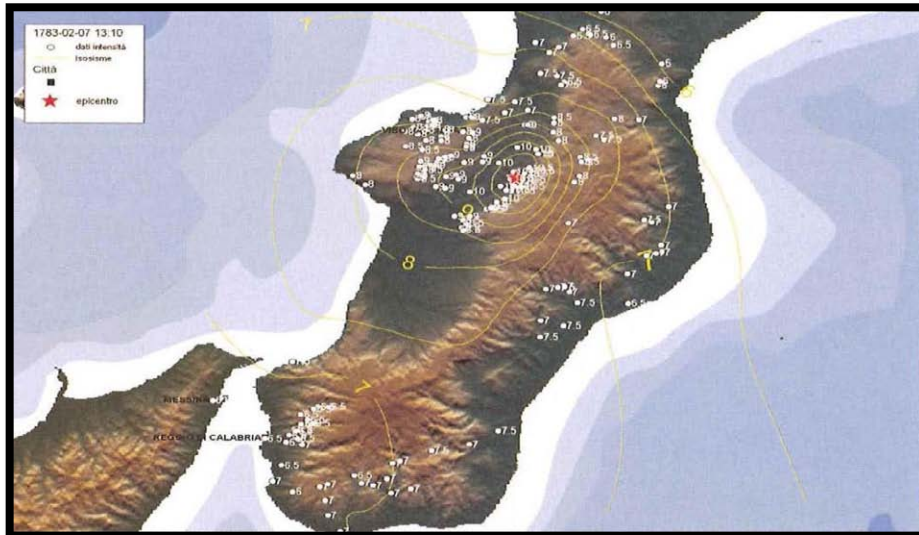


Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)

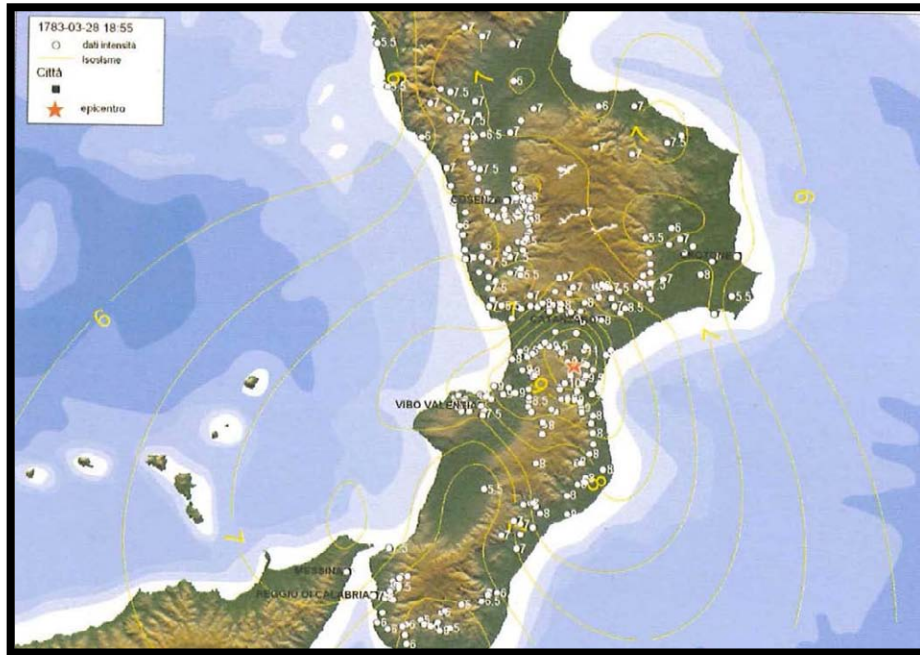


Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)

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



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

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.

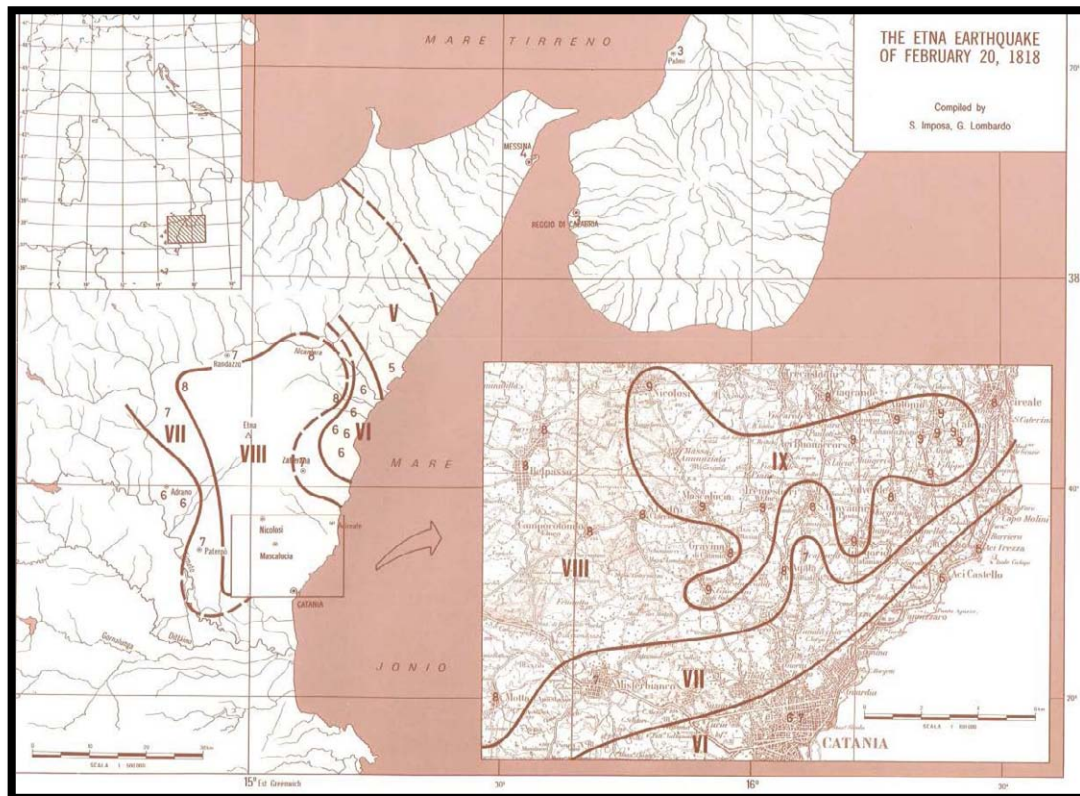


Figura 17 - Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)

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, Parghelia e 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.

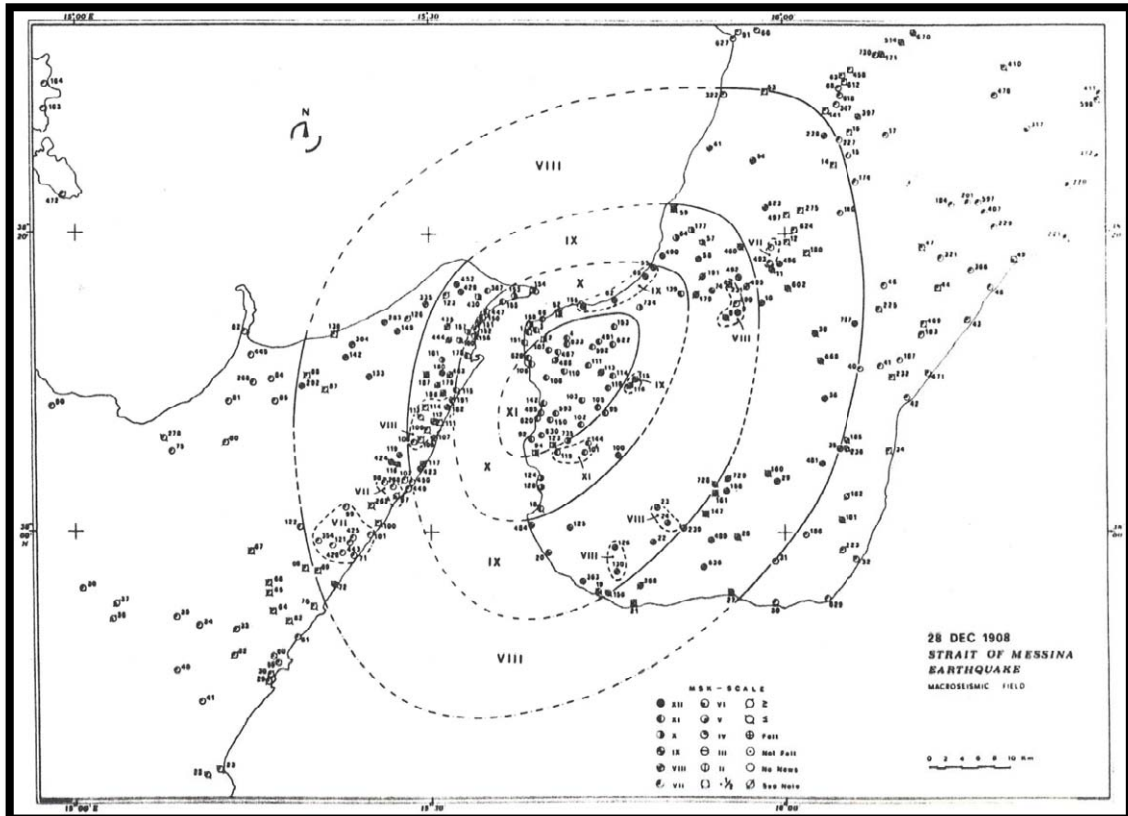


Figura 18 - Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari *et al.*, 1984)

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:



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

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

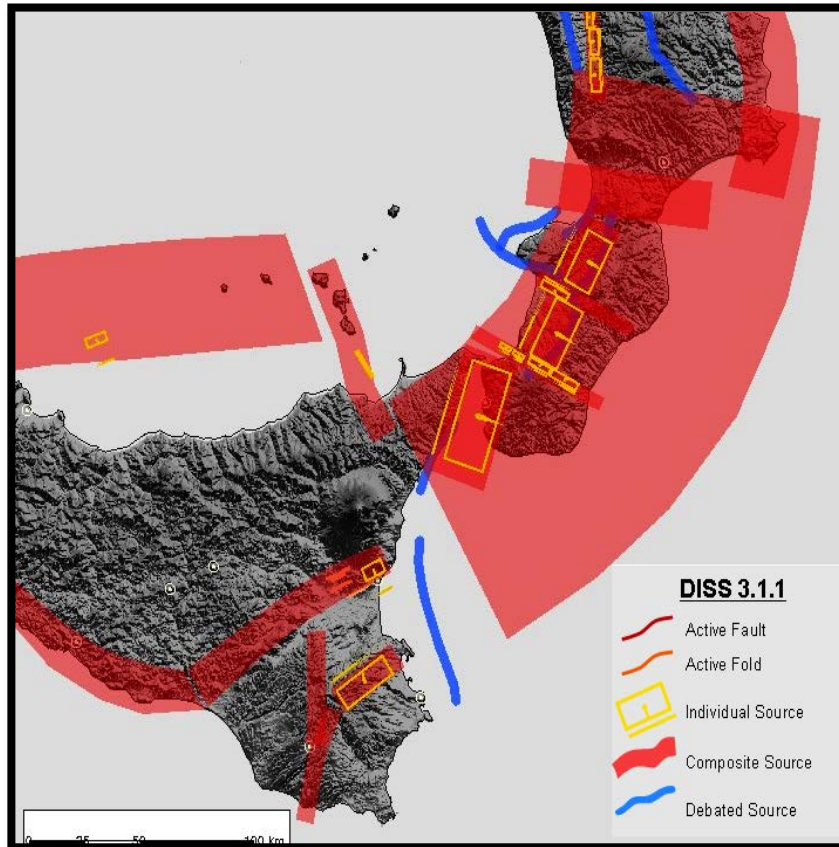


Figura 19 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of IndividualSeismogenicSources (Basili et al., 2008)

La Figura 20 estratta dal catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011) mostra la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area di studio tra il 1981 e il 2011 con una indicazione della classe di magnitudo.



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

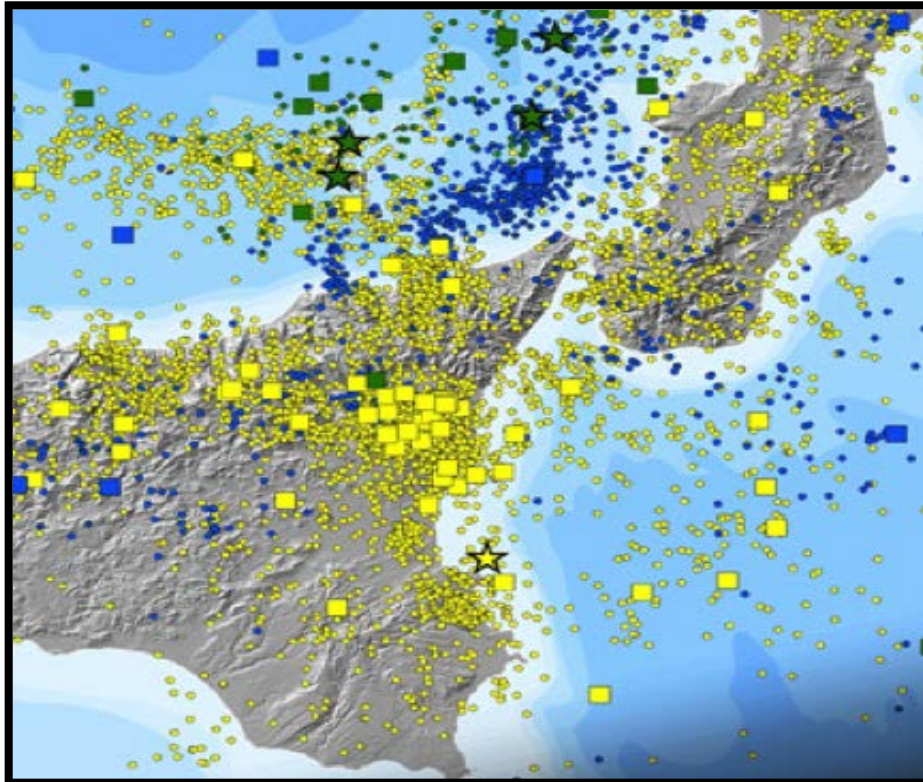


Figura 20 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011)



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 Floridia

Il territorio comunale di Floridia ricade ad E del Sistema Ibleo Maltese e direttamente nell'ambito della struttura sismogenetica Scicli-Ragusa-Monte Lauro.

Nella Tabella 3 è riportata la storia sismica estraibile dal DBMI11 (Locati *et al.*, 2011) dal quale si evince che la maggiore intensità macrosismica risentita è stata di I=11 in occasione del grande sisma del 1693, che per l'area in esame può essere considerato l'evento di riferimento. Effetti di 6 -7 MCS sono stati risentiti in occasione del sisma del 28.12.1908 riferibile alle strutture sismogenetiche dello stretto di Messina.

Storia sismica di Floridia [37.082, 15.153]					
Numero di eventi: 14					
Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	I0	Mw
8-9	1693 01 09 21:00	Val di Noto	30	8-9	6.21 ±0.31
11	1693 01 11 13:30	Sicilia orientale	185	11	7.41 ±0.15
7-8	1818 03 01 02:45	Monti Iblei	24	7-8	5.51 ±0.65
5-6	1848 01 11 12:00	Golfo di Catania	41	7-8	5.45 ±0.39
4	1895 04 13 15:01	Vizzini	32	6-7	4.89 ±0.45
NF	1898 08 12	ROMETTA	69	6-7	4.89 ±0.22
2	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16
3-4	1908 12 10 06:20	NOVARA DI SICILIA	64	7	5.13 ±0.26
6-7	1908 12 28 04:2	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15
5	1924 08 17 21:40	MONTI IBLEI	22	5	4.73 ±0.24
4	1959 12 23 09:29	PIANA DI CATANIA	108	6-7	5.29 ±0.20
4	1980 01 23 21:2	MODICA	122	5-6	4.58 ±0.14
6-7	1990 12 13 00:2	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09
3	2004 12 30 04:0	Monti Iblei	49	5	4.17 ±0.17

Tabella 3 - Storia sismica del comune di Floridia (DBMI11 Locati *et al.*, 2011); Is è l'intensità macrosismica risentita (MCS); Ax l'area epicentrale; Np è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; I0 è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); MW 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

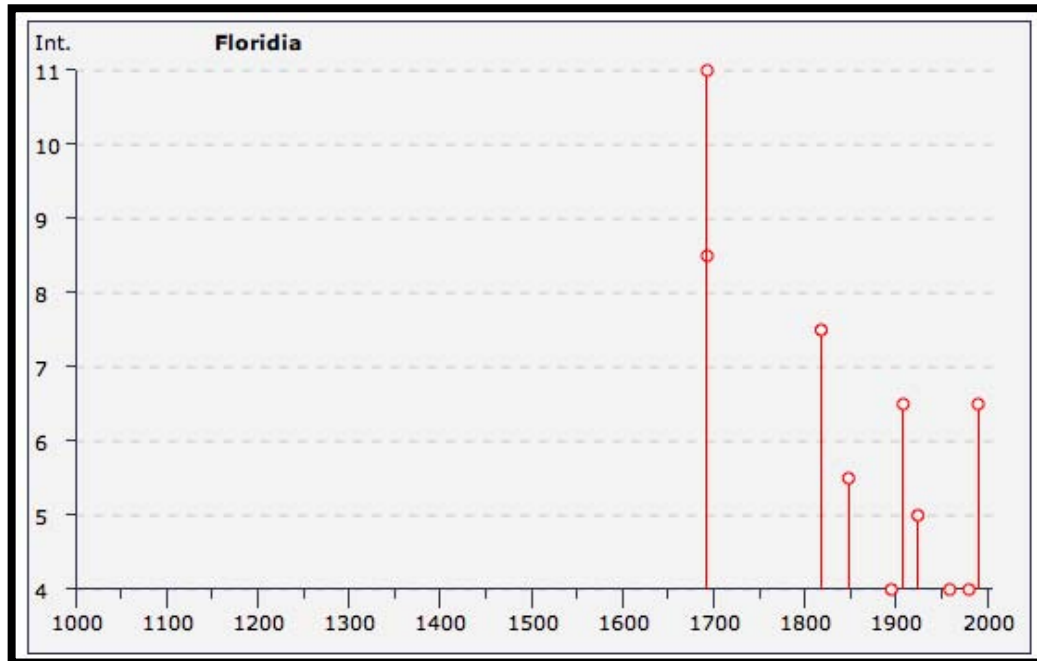


Figura 21 - Grafico della storia sismica di Floridia (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)

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.

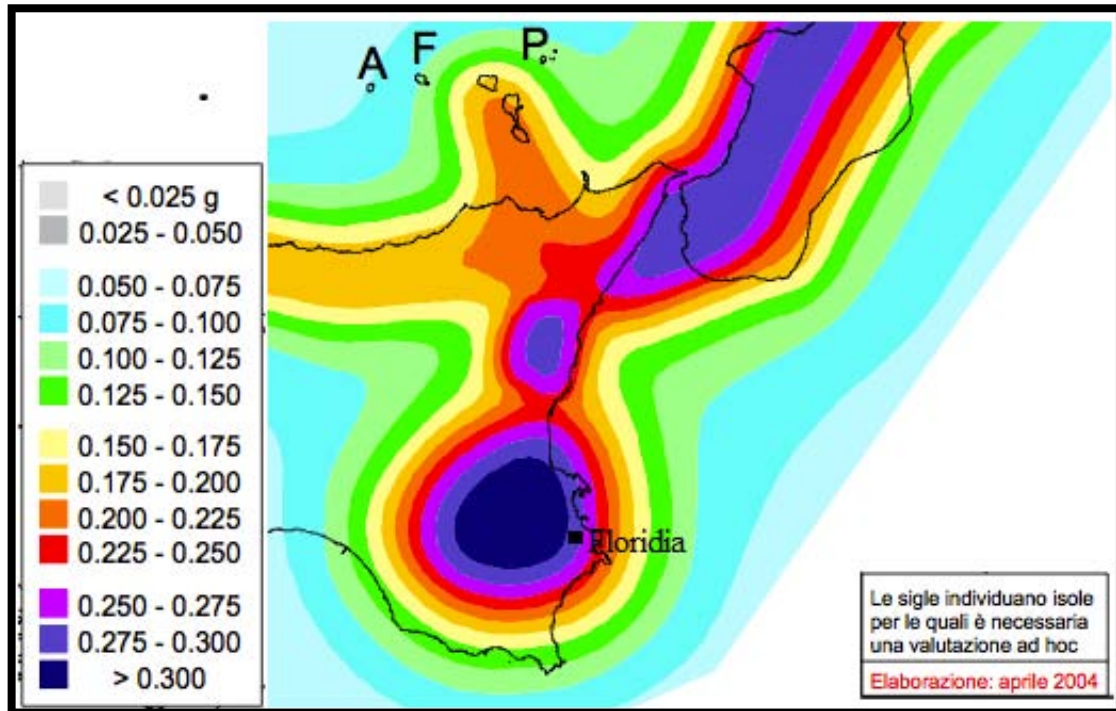


Figura 22 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

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:

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



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 seguente tabella vengono riportati i valori relativi al Parametro di scuotimento (PGA), stimati per il territorio comunale di Floridia, 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	0,438	0,289	0,201	0,127	0,103
	50	0,569	0,360	0,253	0,158	0,126
	84	0,671	0,449	0,300	0,179	0,145

Tabella 4 - Valori di PGA stimati per il comune di Floridia 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



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 Floridia 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 Canicattini Bagni ha provveduto a fornire i seguenti elaborati tecnici:

Nome documento	Descrizione	Data
Relazione indagini geognostiche e prospezioni sismiche	Studio geologico del territorio di Floridia a supporto della revisione del P.R.G.	2004
Tavola 1	Carta_Geologica 1:2000	2004
Tavola 2	Carta Geomorfologica 1:2000	2004
Tavola 3	Carta Litotecnica 1:2000	2004
Tavola 4	Carta Pericolosità Geologica 1:2000	2004
Tavola 4.2	Carta Geolitologica 1:10000	2004
Tavola 4.3	Carta Idrogeologica 1:10000	2004
Tavola 4.4	Carta della Zonizzazione del Territorio Comunale ai fini delle Edificabilità 1:10000	2004
Tavola 5	Carta Pericolosità Sismica Locale	2004



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

Alle indagini condotte in occorrenza dello studio geologico sopra riportato, si aggiungono le 9 misure di microtremore a stazione singole frutto di una nuova campagna indagini condotta a supporto del presente studio.

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 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	DH	CP	32
GF	DH	E	30
GF	DH	G	31
GF	DH	VP	31
GF	DH	VS	31
GF	HVSR	FR	15
GG	S	L	38

Per il comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di:

- 21 siti di indagine puntuale, 27 indagini puntuali e 208 parametri puntuali;

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.



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

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 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.



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

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 versione 2.0 :



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
Depositi superficiali - depositi a granulometria sabbioso limosa di colore marrone con spessori variabili da 1 a 3 m	SM – Sabbie limose, miscela di sabba e limo	13	zz
Depositi alluvionali recenti - depositi incoerenti alluvionali, a granulometria sabbioso-limosa, con ciottoli eterometrici; si trovano nei fondovalle delle incisioni che solcano il territorio esaminato con spessore variabile in funzione delle modalità di deposizione.	GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	tf
Depositi alluvionali terrazzati - depositi incoerenti a granulometria sabbioso-limosa e localmente argilloso-limosa di colore dal giallo al marrone e spessori generalmente inferiori ai 5 m.	GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita	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 versione 2.0 :

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio superiore) - calcareniti grossolane organogene di colore giallo ocra spesso interessate da intercalazioni di materiali conglomeratici e sabbiosi. Sono debolmente cementate, a stratificazione decimetrica parallela, talvolta incrociata o ondulata. Lo spessore complessivo varia da 0 a 10 metri circa. I litotipi calcarenitici presentano una intensa fratturazione a causa di movimenti dislocativi a carattere regionale e locale. Le fratture e le diaclasi smembrano la roccia in una	ALS - Alternanza di litotipi stratificato	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

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
serie contigua di romboedri irregolari di varie dimensioni.		
Argille grigio – azzurre (Pleistocene inferiore medio) - argille e argille siltoso-marnose o anche sabbiose, massive o 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.	NR – Substrato geologico non rigido	24

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 (versione 2.0), 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 di Floridia, 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



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

Questo elaborato è il frutto della rappresentazione cartografica a standard versione 2.0 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.

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:



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

Terreni di copertura						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	1
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	1
GC	Ghiaie argillose, miscele di ghiaia, sabbia e argilla	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	1
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
ALS	Alternanza di litotipi stratificato	31	Substrato geologico molto fratturato	-	-	2
NR	Substrato geologico non rigido	24	Coesivo moderatamente consistente	-	-	3

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*:



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 lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5051	Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)	11
8001	Traccia della sezione geologica rappresentativa del modello geologico del sottosuolo	1

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 successivamente all'identificazione dei punti quota che ricadevano all'interno del contesto morfologico "picco isolato". L'analisi sopra descritta non ha evidenziato nell'area oggetto di studio elementi ricadenti nella Feature Epuntuali

Sulla base delle informazioni raccolte nelle fase di censimento dati nell'area oggetto di studio non sono stati individuati elementi morfologici relativi alle forme di superficie e sepolte.

Le stesse fonti dati, ulteriormente integrate con gli elementi di dissesto geomorfologico presenti nel PAI, sono state utilizzate per l'individuazione, la definizione e l'archiviazione delle zone suscettibili di instabilità. In particolare la metodologia di rappresentazione cartografica, nelle aree in cui si verificava la sovrapposizione di dissesti presenti in diverse fonti dati, ha puntato alla perimetrazione dell'area di ingombro complessiva. I risultati di questa analisi non hanno evidenziato elementi che possono essere ascritti a questa classe.

Infine, per quanto riguarda l'archiviazione e rappresentazione cartografica degli elementi geologici sono stati acquisiti dai rilievi effettuati per la redazione del PRG comunale.

Di seguito la sintesi degli elementi geologici e idrogeologici archiviati nella feature *Geoidr*.

Elementi geologici e idrogeologici		
Tipo_gi	Descrizione	Numero
22	Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato	11



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

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 Floridia, 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 realizzazione. In particolare si è 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
- in rosso l'indicazione del terzo 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.



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



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

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).

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



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

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



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 quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTENBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico): 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 metereologiche a grande scala	0.1 - 0.25 Hz	0.16 - 0.5 Hz
Cicloni oceanici	0.3 - 1 Hz	0.5 - 3 Hz
Condizioni metereologiche 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



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

intensamente, in dipendenza delle caratteristiche fisiche dei terreni attraversati e che 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



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

(YAMANAKA *et al.*, 1993). Risultati controversi sono stati invece ottenuti a frequenze più alte (GUTIERREZ & SINGH, 1992).

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



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

di microtremore ambientale in stazione singola ed array, si è certificata l'affidabilità delle misure spettrali per la ricostruzione sismica del sottosuolo.

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 Floridia da sottoporre agli studi di MS di primo livello, in assenza di indicazioni da parte del Comune, è stato stabilito, su indicazione del Dipartimento Regionale della Protezione Civile, di estendere le indagini all'area urbana. (Figura 23).

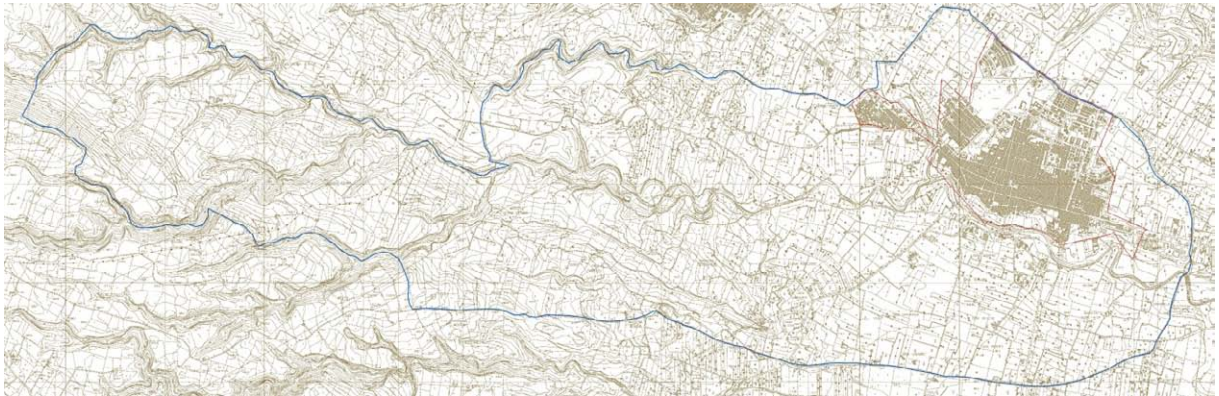


Figura 23 - Comune di Floridia: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)

L'area indagata è stata pertanto coperta con 9 punti complessivi di registrazione di rumore sismico omogeneamente distribuiti all'interno dell'area perimetrata, di cui due in corrispondenza di indagini preesistenti (Figura 24).

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



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	DATA
FLD_01	21/11/2012
FLD_02	21/11/2012
FLD_03	21/11/2012
FLD_04	21/11/2012
FLD_05	21/11/2012
FLD_06	21/11/2012
FLD_07	21/11/2012
FLD_08	21/11/2012
FLD_09	21/11/2012

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

IDENTIFICATIVO	ID_SPU	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA s.l.m.	f ₀	H/V	f ₁	H/V	f ₂	H/V
FLD_01	089009P13	15° 8' 2,900" E	37° 5' 25,790" N	121	2,26	1,51	8,57	1,44	-	-
FLD_02	089009P14	15° 8' 34,372" E	37° 5' 24,065" N	118	3,03	3,23	1,72	2,52	7,61	1,28
FLD_03	089009P15	15° 8' 54,838" E	37° 5' 8,074" N	111	2,03	2,66	2,47	1,75	10,29	1,34
FLD_04	089009P16	15° 9' 22,408" E	37° 5' 0,932" N	106	3,28	2,56	-	-	-	-
FLD_05	089009P17	15° 8' 38,136" E	37° 5' 1,020" N	112	3,28	2,58	2,33	2,21	4,33	2,04
FLD_06	089009P18	15° 9' 13,100" E	37° 4' 45,043" N	100	10,97	3,69	4,52	2,68	-	-
FLD_08	089009P19	15° 9' 39,374" E	37° 4' 39,491" N	99	n.a.	-	-	-	-	-
FLD_09	089009P20	15° 10' 5,827" E	37° 4' 41,758" N	97	n.a.	-	-	-	-	-
FLD_10	089009P21	15° 8' 47,827" E	37° 4' 45,497" N	98	2,44	2,08	4,21	1,81	1,2	1,48

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

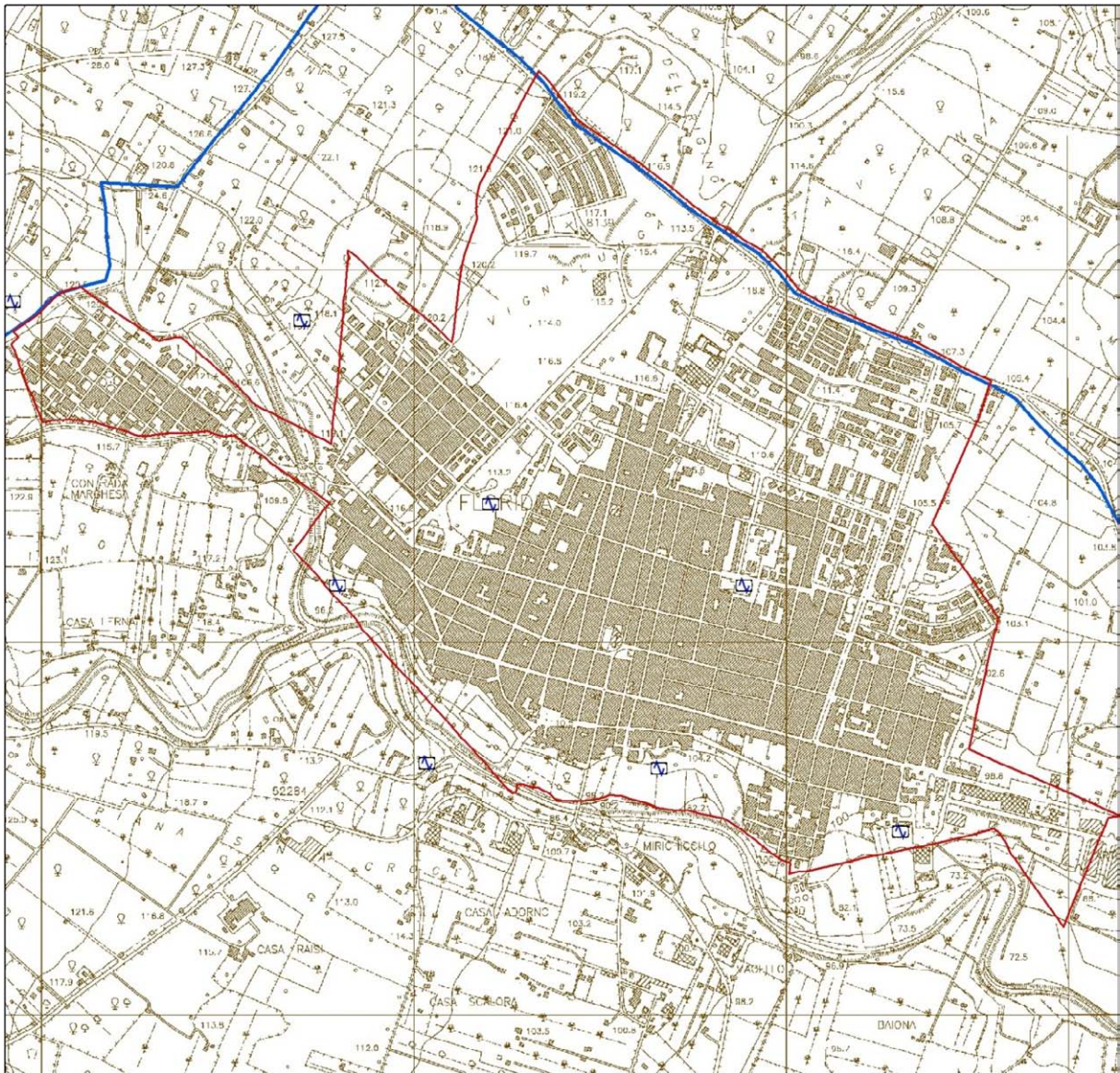


Figura 24 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Floridia



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

8.6 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 - Carta delle frequenze nel Comune di Florida):

- 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 i 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).



Figura 25 - Carta delle frequenze nel Comune di Floridia

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 giaciture ed alle definizioni quantitative delle caratteristiche geotecniche, proprie dei livelli di studio successivi.



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 sezione geologica di seguito proposta (Figura 26 - Profilo A-A'), la cui traccia è riportata nell'allegata Carta Geologico-Tecnica, viene riportato l'assetto geologico stratigrafico rappresentativo dell'area oggetto di studio dove affiorano prevalentemente litotipi afferenti al substrato geologico (Calcareniti con intercalazioni sabbiose, del Pleistocene medio-superiore; Argille grigio-azzurre del Pleistocene inferiore) e subordinatamente, in corrispondenza dell'incisione valliva di Cava Mulinello, i terreni di copertura (Depositi alluvionali recenti e attuali).

Per la formulazione del modello geologico di seguito proposto, si è proceduto analizzando l'assetto geologico-strutturale riportato nella cartografia geologica del Piano Regolatore Generale integrato con le informazioni acquisite dalle indagini geognostiche e geofisiche.

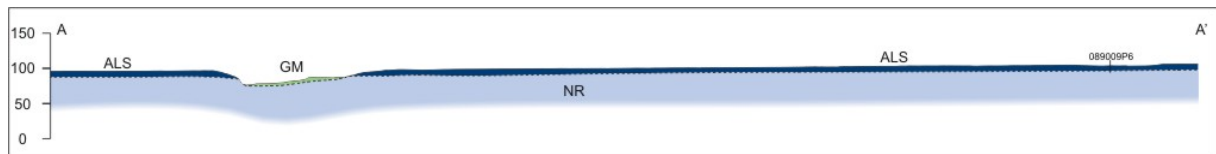


Figura 26 - Profilo A-A'

Le tabelle di seguito proposte e la successiva Figura 27 riportano rispettivamente l'elenco dei sondaggi geognostici e down-hole censiti e la localizzazione di queste indagini all'interno dell'area studiata.

Sondaggi				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
089009P1	0	0,7	0,7	Top soil di colore marrone a granulometria sabbioso limosa
	0,7	2	1,3	Sabbie con ciottoli di colore giallastro
	2	5	3	Sabbie fini debolmente limose di colore crema
	5	6	1	Argille limose sabbiose di colore giallastro
	6	7,4	1,4	Argille plastiche di colore grigio-azzurro

Sondaggi				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
	7,4	11,8	4,4	Calcareniti organogene di colore giallastro con intercalazioni sabbiose dello stesso colore
	11,8	13,6	1,8	Limi argillosi sabbiosi di colore tabacco-giallastro
	13,6	15,5	1,9	Sabbie debolmente limose di colore giallastro con rare intercalazioni calcarenitiche decimetriche
089009P2	0	1,8	1,8	Sabbie debolmente limose di colore marrone
	1,8	3,5	1,7	Sabbie con ciottoli di colore giallastro
	3,5	6,3	2,8	Sabbie fini debolmente limose di colore crema con sporadici livelli calcarenitici
	6,3	6,8	0,5	Argille limose-sabbiose di colore giallastro
	6,8	12	5,2	Calcareniti organogene di colore giallastro con intercalazioni sabbiose dello stesso colore
089009P3	0	0,5	0,5	Top soil di colore marrone a granulometria sabbioso limosa
	0,5	1,1	0,6	Calcareniti grossolane organogene di colore giallastro
	1,1	1,6	0,5	Sabbie con ciottoli di colore giallastro
	1,6	7,8	6,2	Calcareniti organogene di colore giallastro con intercalazioni sabbiose dello stesso colore
	7,8	9,2	1,4	Sabbie fini debolmente limose di colore crema
	9,2	11,5	2,3	Calcareniti organogene di colore giallastro con intercalazioni sabbiose dello stesso colore
	11,5	12	0,5	Cavità
	12	13,5	1,5	Argille sabbiose di colore grigio-azzurro
089009P4	0	0,5	0,5	Materiale di riporto
	0,5	1	0,5	Top soil di colore marrone a granulometria sabbioso limosa
	1	2,2	1,2	Calcareniti organogene grossolane di colore giallastro
	2,2	3,5	1,3	Sabbie di colore giallastro

Sondaggi				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
	3,5	4	0,5	Calcareniti organogene di colore giallastro
	4	5,5	1,5	Sabbie fini debolmente limose
	5,5	7	1,5	Argille sabbiose di colore giallastro
	7	11	4	Argille siltose di colore grigio-azzurro
089009P5	0	0,6	0,6	Top soil di colore marrone a granulometria sabbioso limosa
	0,6	2,2	1,6	Calcareniti organogene grossolane di colore giallastro
	2,2	6,5	4,3	Argille siltose-sabbiose di colore giallastro con sfumature grigio-azzurre
	6,5	10	3,5	Argille siltose di colore grigio-azzurro
089009P6	0	0,2	0,2	Top soil di colore marrone a granulometria sabbioso limosa
	0,2	0,9	0,7	Materiale di riporto costituito da blocchi di colore giallastro
	0,9	3,8	2,9	Calcareniti organogene grossolane di colore giallastro
	3,8	4,3	0,5	Argille siltose-sabbiose di colore giallastro con sfumature grigio-azzurre
	4,3	10	5,7	Argille siltose di colore grigio-azzurro

Tabella 8 – Stratigrafia dei sondaggi geognostici

Down-Hole				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Parametro	Valore (m/s)
089009P1	0	1	VP	302,17
	1	3	VP	569,24
	3	5	VP	1483,02
	5	7	VP	2074,94
	7	9	VP	1002,98



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

Down-Hole				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Parametro	Valore (m/s)
	9	11	VP	928,63
	11	13	VP	2104,58
	0	1	VS	130,17
	1	3	VS	232,12
	3	5	VS	225,36
	5	7	VS	868,99
	7	9	VS	417,01
	9	11	VS	478,32
	11	13	VS	935,10
089009P2	0	1	VP	414,09
	1	3	VP	616,72
	3	5	VP	1947,25
	5	7	VP	1262,57
	7	9	VP	1541,39
	9	11	VP	1144,25
	0	1	VS	180,33
	1	3	VS	272,06
	3	5	VS	383,99
	5	7	VS	498,78
	7	9	VS	720,02
089009P3	9	11	VS	432,59
	0	1	VP	370
	1	3	VP	757
	3	5	VP	1000
	0	1	VS	190
	1	3	VS	301
089009P4	3	5	VS	410
	0	1	VP	324,07
	1	3	VP	560,13
	3	5	VP	1505,46
	5	7	VP	1898,57

Down-Hole				
ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Parametro	Valore (m/s)
	7	9	VP	1527,58
	0	1	VS	178,89
	1	3	VS	399,44
	3	5	VS	818,04
	5	7	VS	591,67
	7	9	VS	429,48
089009P5	0	1	VP	372,7
	1	3	VP	757,0
	3	5	VP	1043,3
	5	7	VP	1005,8
	7	9	VP	1174,6
	0	1	VS	192,8
	1	3	VS	301,8
	3	5	VS	408,4
	5	7	VS	145,1
	7	9	VS	285,7
089009P6	0	1	VP	559,02
	1	3	VP	658,54
	3	5	VP	1195,14
	5	7	VP	852,27
	7	9	VP	1800,04
	0	1	VS	164,42
	1	3	VS	183,63
	3	5	VS	405
	5	7	VS	131,55
	7	9	VS	457,34

Tabella 9 – Velocità delle onde P e S determinate con il metodo down-hole



Figura 27 – Distribuzione sondaggi e Down-Hole

In particolare i dati di sondaggio oltre a confermare i rapporti giaciturali desunti dalla geologia di superficie hanno evidenziato la presenza di due orizzonti e precisamente:

- uno superficiale dello spessore medio di circa 5-6 metri costituito da circa 1 m di terreno agrario e/o riporto, e da circa 5-6 di calcareniti con intercalazioni sabbiose (Pleistocene medio-superiore);
- uno sottostante al precedente orizzonte costituito dalle Argille grigio-azzurre (Pleistocene inferiore-medio).



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

Dall'analisi della documentazione fornita è inoltre emerso che gli strati calcarenitici compresi nell'orizzonte superficiale sono intensamente alterati e fratturati. Tale condizione, che comporta una notevole riduzione delle caratteristiche geomeccaniche, trova riscontro con i valori di velocità di propagazione delle onde P ed S determinate con il metodo down-hole. Infatti se si osserva l'andamento dei valori delle velocità delle onde S (Tabella 9) nei primi 7 m è possibile definire per il primo orizzonte del modello geologico proposto un intervallo medio di velocità delle onde S compreso tra un minimo di 221 m/s e un massimo di 497 m/s in funzione del sito di indagine considerato.

La limitata distribuzione e profondità delle indagini acquisite non ha consentito di caratterizzare in modo esaustivo il secondo orizzonte che, secondo i dati geologici di superficie, è rappresentato dalle argille grigio-azzurre del Pleistocene inferiore-medio. Dai dati sopra riportati emerge il passaggio graduale tra i due orizzonti (alternanza irregolare di calcareniti, sabbie-limose e argille; profondità media 5-10 m) e che in nessuno dei siti indagati si registrano velocità delle onde S superiori a 800 m/s.

Una stima della profondità del bedrock geofisico può essere fatta mediante l'elaborazione dei modelli inversi monodimensionali delle misure HVSR ipotizzando che il modello geologico dell'area oggetto di studio sia riconducibile ad un modello a due strati (strato superficiale soffice poggiante su strato roccioso rigido). Sulla base di questa ipotesi e considerando una velocità delle onde S dello strato soffice dell'ordine di 300-350 m/s, il bedrock si attesterebbe ad una profondità compresa tra i 25 e i 40 m. Purtroppo le informazioni ad oggi disponibili non permettono di definire un modello geologico univoco (certamente riconducibile ad un modello a due strati) e pertanto la profondità stimata del bedrock assume un carattere puramente indicativo.

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



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

Florida, supportato unicamente dai dati derivati dalla registrazione di rumore sismico, mediante la tecnica di Nakamura.

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.



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).

Nelle selezioni areali considerate per il Comune di Floridia non sono presenti Zone stabili, quindi di seguito sono state individuate solo quelle appartenenti alle altre due categorie.



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 carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Floridia ha una superficie di circa 8 Km² e comprende una zona di estensione più ampia rispetto a quella dell'area interessata dai rilievi di rumore sismico.

Nonostante nell'area oggetto di studio affiorino estesamente terreni costituenti il substrato geologico questi non costituiscono in ogni caso zone stabili per le seguenti ragioni:

- condizioni topografiche: pendii con inclinazioni superiori ai 15° e dislivelli superiori a 30 m
- la presenza di uno strato di alterazione che generalmente interessa i primi metri delle formazioni, il cui spessore, sulla base dei dati ad oggi disponibili, può raggiungere valori superiori ai 3 m

Per quanto concerne i 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 4 zone suscettibili di amplificazione (Figura 28).



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

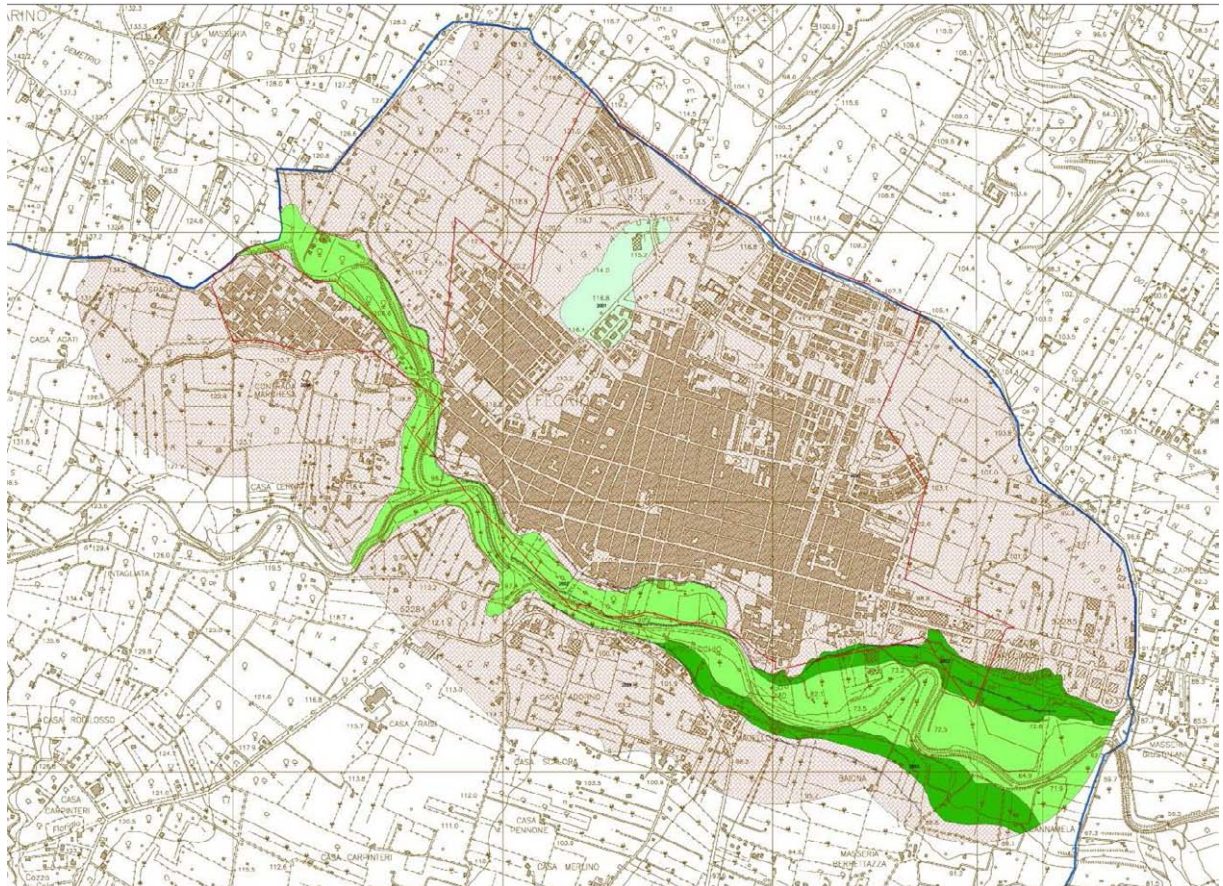


Figura 28 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



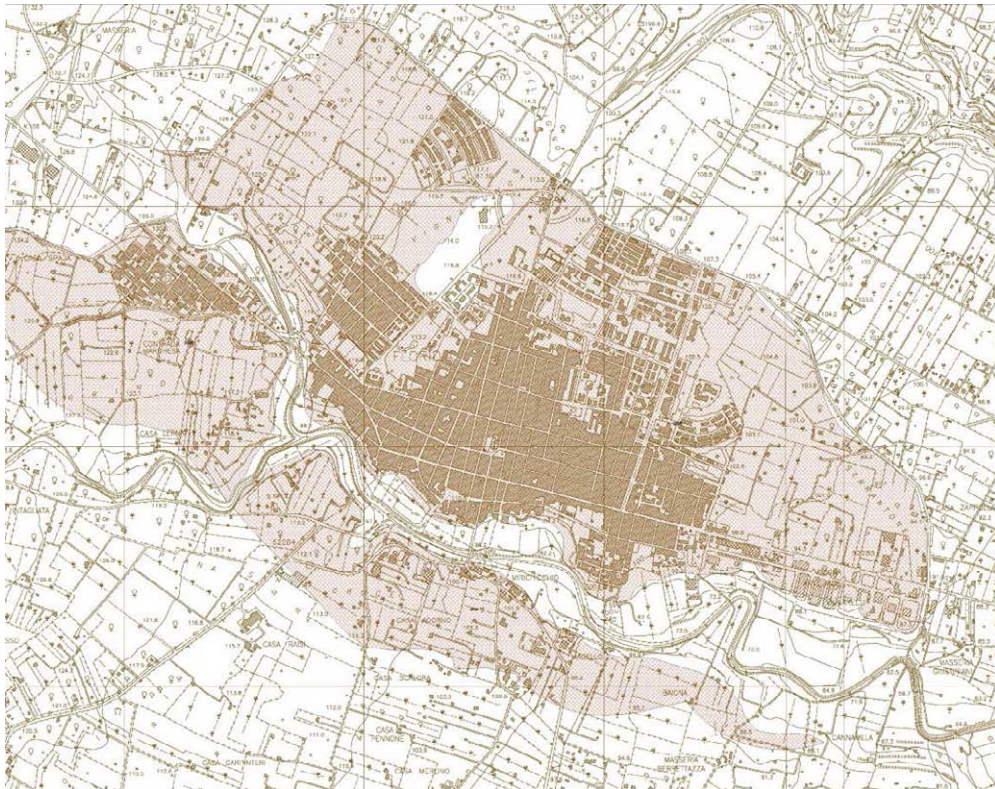
Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 0

Questa zona che si estende per quasi tutta la selezione areale considerata raggruppa terreni appartenenti a litofacies sedimentarie del substrato geologico Quaternario che, come descritto nei paragrafi precedenti, sono costituiti da un'alternanza di calcareniti e sabbie (Pleistocene medio) poggianti sulle argille grigio-azzurre (Pleistocene inferiore - medio)

La classificazione in zona stabile, ma suscettibile di amplificazioni, è data dall'intensa fratturazione che si riscontra nei livelli calcarenitici. E' presente, a luoghi una copertura detritica incoerente il cui spessore è variabile e comunque generalmente non supera 1,5 m.

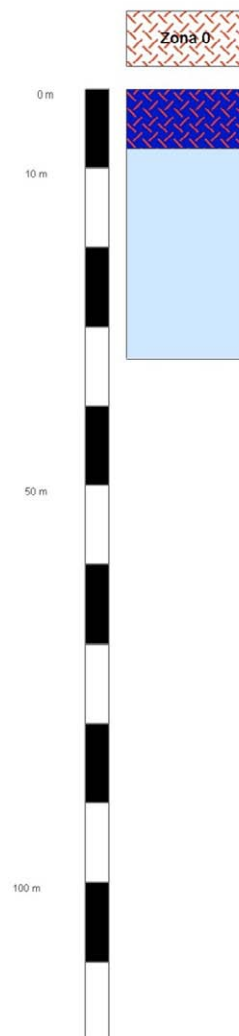




Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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



Zona 1

Questa zona è caratterizzata da una coltre superficiale a granulometria sabbioso-limosa con spessori variabili da 1 a 3 m, poco addensati, poggianti sull'alternanza calcarenitico-sabbiosa intensamente fratturata, i dati disponibili non consentono di caratterizzare ulteriormente questa zona.



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





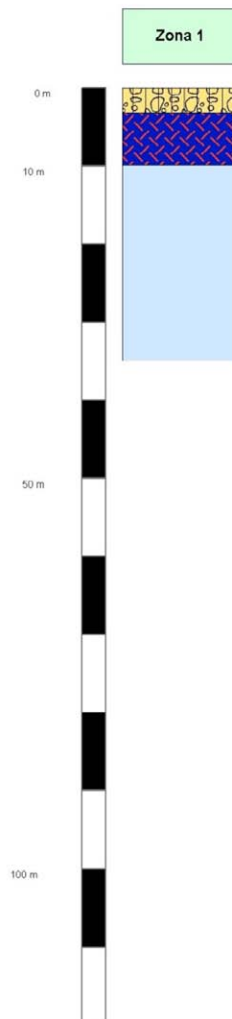
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



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



Zona 2

Affiora nella porzione sud-orientale dell'area studiata, in corrispondenza dell'incisione fluviale del torrente che attraversa la zona meridionale del centro urbano di Florida. Il substrato è costituito dalle argille grigio-azzurre su cui, localmente, si rinvengono coperture detritiche. La carenza di indagini, non ha consentito di poter caratterizzare, in termini di spessori e caratteristiche



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

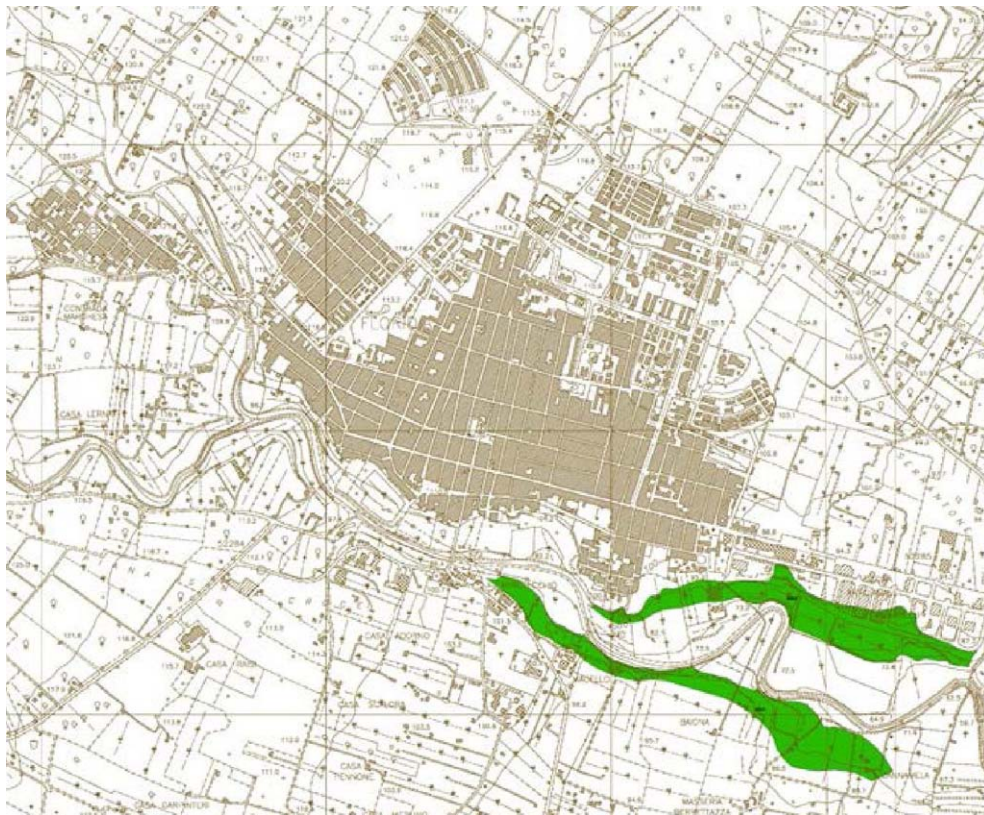


Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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

geomeccaniche, i terreni afferenti a questa zona. La condizione di suscettibilità alle amplificazioni locali è suggerita dalla velocità delle onde S (< 800 m/s) desunta dalle indagini acquisite nonché dalle condizioni topografiche al contorno.





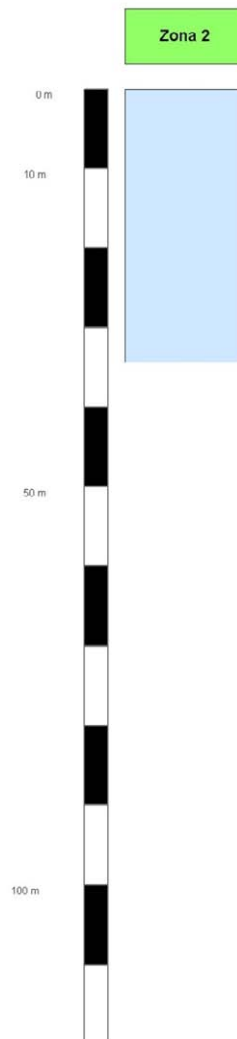
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



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



Zona 3

Questa zona comprende i terreni del substrato geologico che affiorano lungo l'incisione fluviale del torrente che lambisce la zona meridionale dell'abitato urbano di Florida, ricoperti da spessori significativi di depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati.



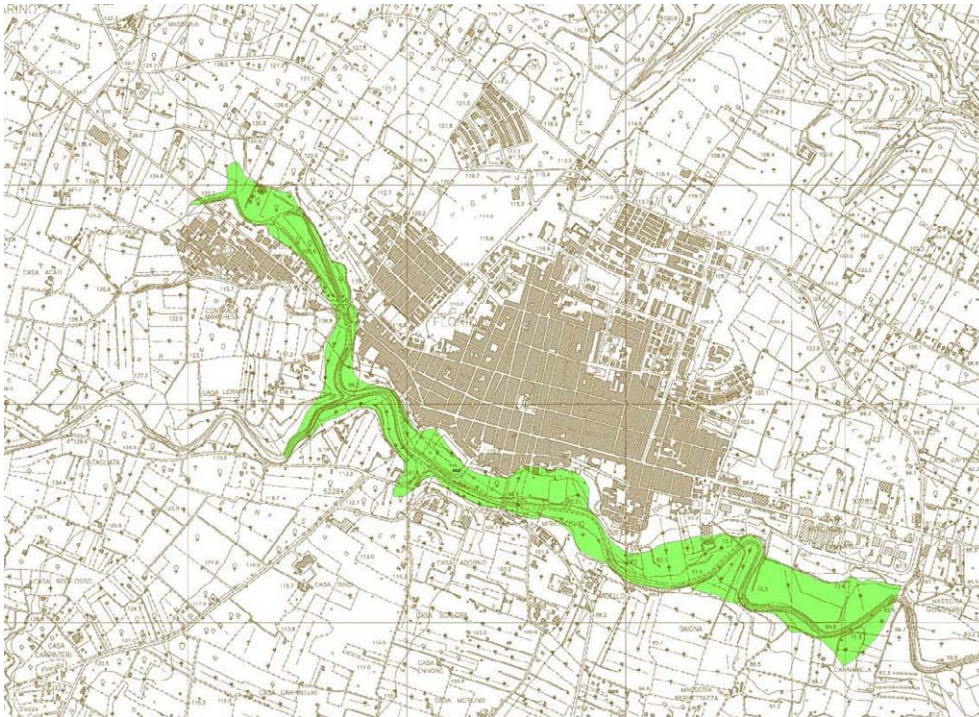
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



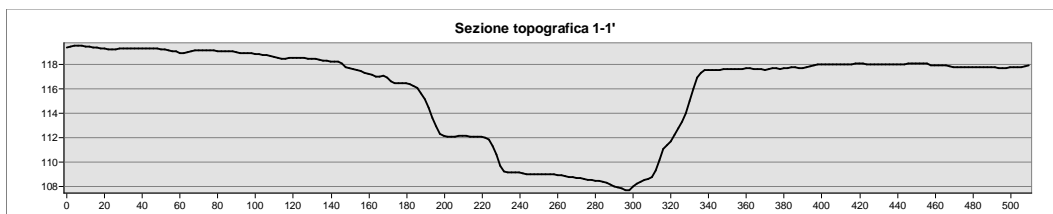
Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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



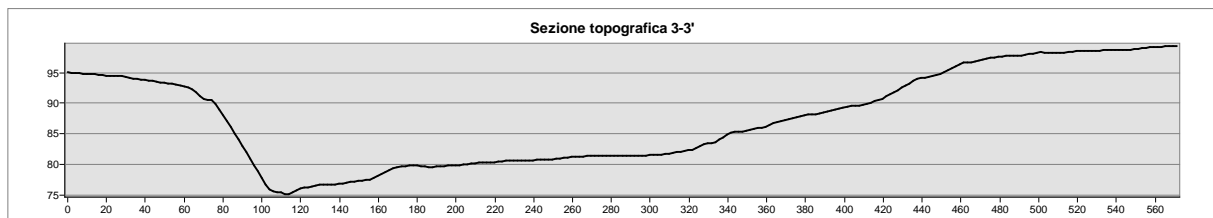
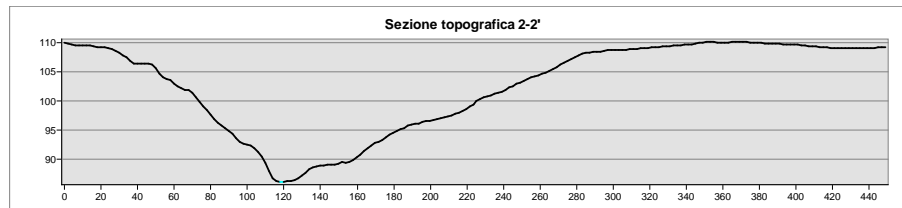
I profili topografici di seguito proposti (le cui tracce sono riportate nell'allegata "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica") evidenziano condizioni morfologiche sfavorevoli caratterizzate da ripidi pendii o da marcati orli di terrazzi fluviali (altezza degli orli di terrazzo generalmente compresa tra i 10 e i 20 m) e che necessitano di ulteriori approfondimenti.





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





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

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 completa mancanza di dati geognostici che rende indispensabili opportune integrazioni.

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

In questa fase si possono suggeriscono le seguenti indicazioni:

1) MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO.

Nel territorio in esame appare di grande utilità la ricostruzione della morfologia del substrato geologico, al di sotto delle coperture detritiche e dei terrazzi fluviali, sia ai fini del dettaglio dello spessore delle coperture sia per 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.

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.



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 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.

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



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

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.

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.



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

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 sedimenti 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.

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.



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

Ghisetti 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.

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



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

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.

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 avanfossa 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.



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

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.

Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., 2011. CPTI11, 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.

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)