

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna Comune di Misano Adriatico



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Antoniazzi – Studio Associato (capogruppo/mandatario) Dott. Geol. Alberto Domenico Antoniazzi Dott. Geol. Aldo Antoniazzi (Legale Rappresentante) Dott. Geol. Marco Baldi (mandante) Dott. Geol. Stefano Castagnetti (mandante) Dott. Arch. Sara Emanuelli (mandante) Dott. Geol. Alfredo Ricci (mandante) Dott. Geol. Francesco Stragapede (mandante)	Marzo 2018

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

INDICE

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	2
GRUPPO DI LAVORO	2
ELABORATI	3
1. INTRODUZIONE	4
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	7
2.1. Inquadramento geografico	7
2.2. Inquadramento geologico	9
2.3. Caratteristiche sismotettoniche	12
2.4. Storia sismica	15
2.5. Classificazione sismica	18
2.6. Pericolosità sismica	18
3. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	21
3.1. Acquisizione ed elaborazione dei dati	21
3.2. Sondaggi e penetrometrie	22
3.3. Prove geofisiche	22
4. MODELLO DEL SOTTOSUOLO	23
5. DETERMINAZIONI ED INCERTEZZE	26
6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	27
6.1. Prima fase del lavoro	28
6.2. Seconda fase del lavoro	28
6.3. Terza fase del lavoro	29
7. ELABORATI CARTOGRAFICI	30
7.1. Carta delle indagini	30
7.2. Carta geologico-tecnica per microzonazione sismica	30
7.3. Carta delle frequenze naturali dei terreni	31
7.4. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica	32
7.5. Carta delle velocità delle onde di taglio S	41
7.6. Carte di microzonazione sismica	41
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	46

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	1 di 46

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Alberto Rossini
Responsabile Ufficio di Piano del Comune di Misano Adriatico

GRUPPO DI LAVORO

Soggetto Incaricato

ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO
di Geologia Tecnica e Ambientale



Professionisti	Professione	Principali competenze
Dott. Aldo Antoniazzi (Coordinatore)	Geologo	Pianificazione territoriale, idrogeologia, meccanica delle terre e rocce Protezione Civile e coordinamento generale
Dott. Alberto Domenico Antoniazzi	Geologo	Pianificazione territoriale, geopedologia e geomorfologia applicata
Dott. Marco Baldi	Geologo	Pianificazione territoriale, Microzonazione Sismica, sistemi informativi territoriali (GIS) e telerilevamento
Dott. Stefano Castagnetti	Geologo	Pianificazione territoriale, Microzonazione Sismica, Protezione Civile e CLE
Dott.ssa Sara Emanuelli	Architetto	CLE, analisi strutturali e Protezione Civile
Dott. Alfredo Ricci	Geologo	Pianificazione territoriale, idrogeologia, esplorazione del sottosuolo e geotecnica
Dott. Francesco Stragapede	Geologo	Geofisica applicata alla pianificazione territoriale e progettazione ed analisi Microzonazione Sismica

Collaboratori e specialisti

Dott. Geol. Gian Marco Veneziani
Dott. Geol. Giovanni Leonasi

Esecuzione indagini

Dott. Geol. Maurizio Moroni (indagini geognostiche)
Dott. Geol. Francesco Stragapede (indagini geofisiche)

Fonte dati

Uffici Tecnici Comunali - Comune di Misano Adriatico
Provincia di Rimini
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.)

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	2 di 46

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

ELABORATI

- Relazione illustrativa
- Carta delle indagini in scala 1:10.000
- Carta geologico tecnica in scala 1:10.000
- Carta delle frequenze naturali dei terreni in scala 1:10.000
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica in scala 1:10.000
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) in scala 1:10.000
- Carta di microzonazione sismica - FA_{PGA} in scala 1:10.000
- Carta di microzonazione sismica - FA_{IS 0,1 - 0,5 s} in scala 1:10.000
- Carta di microzonazione sismica - FA_{IS 0,5 - 1,0 s} in scala 1:10.000

 ANTONIAZZI <small>GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE</small> <small>GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	3 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

1. INTRODUZIONE

Nella presente Relazione illustrativa sono descritte le attività svolte e i risultati ottenuti nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica e analisi della Condizione Limite per l'Emergenza - CUP C92I160001300004 - GIG Z781C6B333, realizzato su incarico del Comune di Misano Adriatico in Provincia di Rimini (firmato digitalmente il 02/05/2017). Questo studio è stato finanziato con il contributo attribuito dalla Regione Emilia-Romagna con determinazione n.17050 del 02/11/2016 integrata dalla determinazione n. 17412 del 08/11/2016.

Gli studi di Microzonazione Sismica (MS), secondo le indicazioni della Protezione Civile, hanno l'obiettivo di razionalizzare le conoscenze in merito alle alterazioni che lo scuotimento sismico può subire in superficie e di fornire in merito informazioni utili al governo del territorio, alla progettazione, alla pianificazione per l'emergenza e alla ricostruzione post sisma. Questi studi si riferiscono essenzialmente alle aree in cui il quadro normativo consente o prevede: l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, la trasformazione a tali fini, l'uso per esigenze di Protezione Civile.

Gli studi di Microzonazione Sismica suddividono dettagliatamente il territorio preso in esame in base alla presenza e alla distribuzione dei fenomeni di possibile amplificazione dello scuotimento, legati alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche delle singole aree considerate ed ai possibili fenomeni di instabilità e deformazione permanente in esse attivati dal sisma. L'insieme di queste circostanziate conoscenze sul comportamento dei terreni durante un evento sismico e sui possibili effetti indotti dallo scuotimento, è un indispensabile strumento di prevenzione e di riduzione del rischio sismico, particolarmente efficace, se realizzato e applicato durante la pianificazione urbanistica, per indirizzare le scelte verso le aree meno pericolose.

Il Comune di Misano Adriatico è già dotato di una valutazione della pericolosità sismica locale con approfondimenti di primo livello.

Nell'ambito dell'attuazione del presente studio di Microzonazione Sismica e analisi della Condizioni Limite per l'Emergenza del territorio comunale e, in particolare, nella predisposizione e redazione degli elaborati richiesti, sono stati seguiti gli indirizzi forniti dai seguenti documenti tecnici:

- ♦ Allegato A della Deliberazione della Giunta Regionale 21 dicembre 2015, n. 2193: "Art. 16 della L.R. n.20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112".
- ♦ "Indicazioni per l'archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell'analisi della condizione limite per l'emergenza, di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 52/2013 e decreto del 15 aprile 2013 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile" della deliberazione di Giunta Regionale n. 1919 del 16.12.2013 "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 52/2013 a favore degli Enti Locali" (Allegato D della delibera regionale).

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	4 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

- ◆ “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - Versione 4.0b, Roma, ottobre 2015 - Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011 (SRAI).
- ◆ “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (ICMS).

Gli studi di Microzonazione Sismica, attuati in conformità a quanto stabilito dai riferimenti tecnici menzionati, sono in genere articolati nei seguenti tre livelli di approfondimento:

- PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, con:
 - definizione del modello geologico di base per la microzonazione sismica (litologia, stratigrafia, tettonica e loro rapporti geometrici);
 - individuazione delle aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
 - definizione del tipo di effetti attesi;
 - indicazione, per ogni area, del livello di approfondimento necessario.
- SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, con:
 - la conferma delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento e l'eventuale nuova perimetrazione delle aree ove effettuare la microzonazione sismica;
 - la suddivisione dettagliata del territorio, in base all’amplificazione attesa, secondo aree con maggiore o minore pericolosità sismica;
 - la conferma o la migliore definizione delle aree, indicate dal precedente livello di approfondimento, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello con l'indicazione delle indagini e analisi da effettuare.
- TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, con:
 - gli approfondimenti di terzo livello sulle aree definite nel precedente livello d'approfondimento.
- CONDIZIONE LIMITE D'EMERGENZA (CLE), con:
 - l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza;
 - l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale, degli edifici e delle aree di cui al punto precedente e gli eventuali elementi critici;
 - l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale.

Il presente studio di Microzonazione Sismica (secondo livello) e l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza del territorio di Misano Adriatico sono stati effettuati conformemente a quanto stabilito dai riferimenti tecnici menzionati oppure definiti nelle seguenti parti della presente relazione.

Gli elaborati redatti sono stati predisposti in versione cartacea e in versione digitale (Portable Document Format - PDF, con risoluzione di 300 dpi). I dati cartografici sono stati allestiti anche in formato vettoriale (*shapefile*).

Per l'archiviazione dei dati e l'editing dei documenti sono stati seguiti gli standard di riferimento forniti dall'Allegato D della DGR 1919/2013 e dagli SRAI (Standard di rappresentazione e archiviazione informatica).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	5 di 46

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

Per l'inserimento dei dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri è stato utilizzato l'apposito software: "MS - SoftMS", versione 4.0.1.

 ANTONIAZZI <small>GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	6 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Misano Adriatico appartiene alla Regione Emilia-Romagna e ricade nella Provincia di Rimini (figura 1). Il suo territorio è di pianura. Oltre il 91% della sua superficie, pari a 22,5 km², è infatti situata tra 0 e 100 metri sul livello marino. L'altitudine massima del Comune (167 m s.l.m.) ricade nei pressi di Monte Annibolina per un'altezza media di 49 metri.



Figura n. 1 - Ubicazione di Misano Adriatico nell'ambito della Regione Emilia-Romagna

Nella figura n. 2 è fornito l'inquadramento topografico dell'abitato di Misano Adriatico e della sua area costiera.

L'ambito territoriale del Comune di Misano Adriatico ricade, in parte, nei seguenti elementi, in scala 1:5.000, dalla CTR della Regione Emilia-Romagna: 268011, 268012, 268013, 268014, 268051, 268054, 267041, 267042 e 267081. Alla scala 1:10.000, del CTR regionale, ricade nelle sezioni: 268010, 268050, 267040 e 267080.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	7 di 46



Figura n. 2 - Inquadramento topografico del sito di Misano Adriatico e del suo ambito costiero (da CTR 1:25.000, tavola 268NO)

Nella figura n. 3, in cui è evidente la posizione del Comune di Misano Adriatico nell'ambito della Provincia di Rimini, si può osservare che, procedendo in senso antiorario, confina a nord ovest col Comune di Riccione, ad ovest col Comune di Coriano, a sud ovest col Comune di San Clemente, a sud est con i Comuni di San Giovanni in Marignano e Cattolica e a nord est col Mare Adriatico.

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

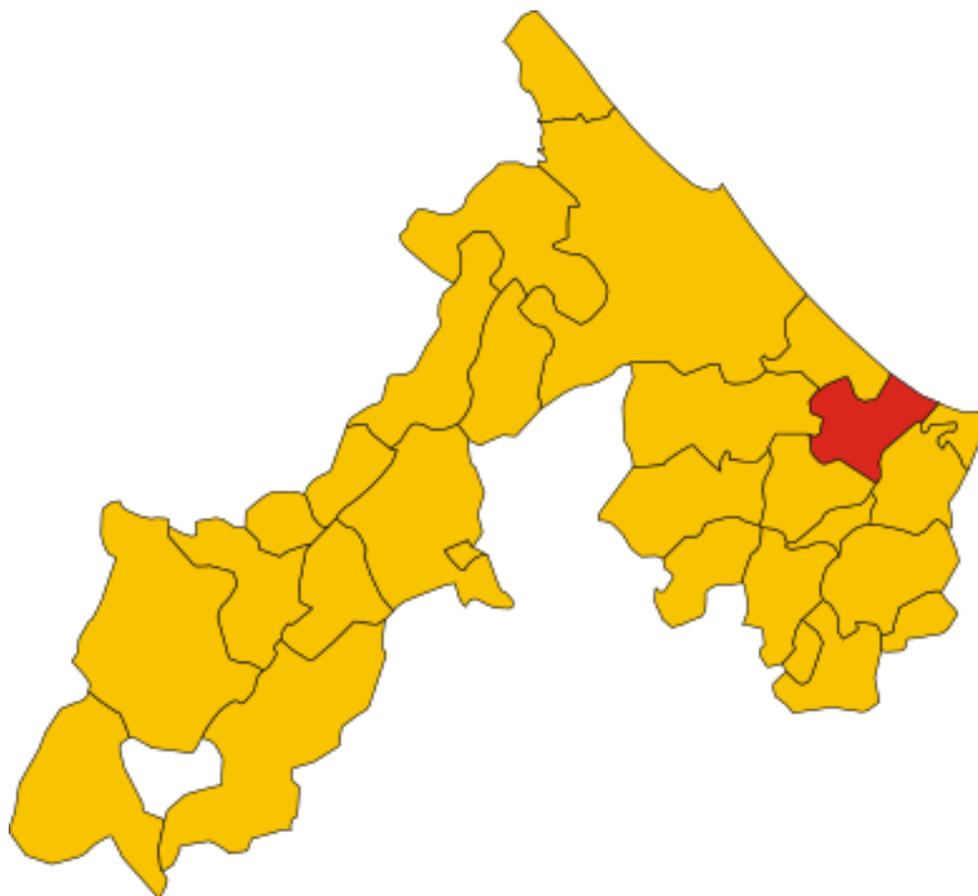


Figura n. 3 - Inquadramento del Comune di Misano Adriatico (area in rosso) nell'ambito della Provincia di Rimini

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per quanto concerne la cartografia ufficiale, il territorio comunale di Misano Adriatico ricade:

- nel foglio 268 (Pesaro) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, pubblicata sul web dal Servizio Geologico d'Italia (ISPRA),
- nelle sezioni 268010, 268050, 267040 e 267080 della Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo in scala 1:10.000, edita dalla Regione Emilia-Romagna.

Un inquadramento geologico generale del territorio ove ricade il Comune di Misano Adriatico è fornito dallo Schema d'inquadramento regionale, riportato nella figura n. 4, del foglio 256 (Rimini) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	9 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

SCHEMA DI INQUADRAMENTO REGIONALE

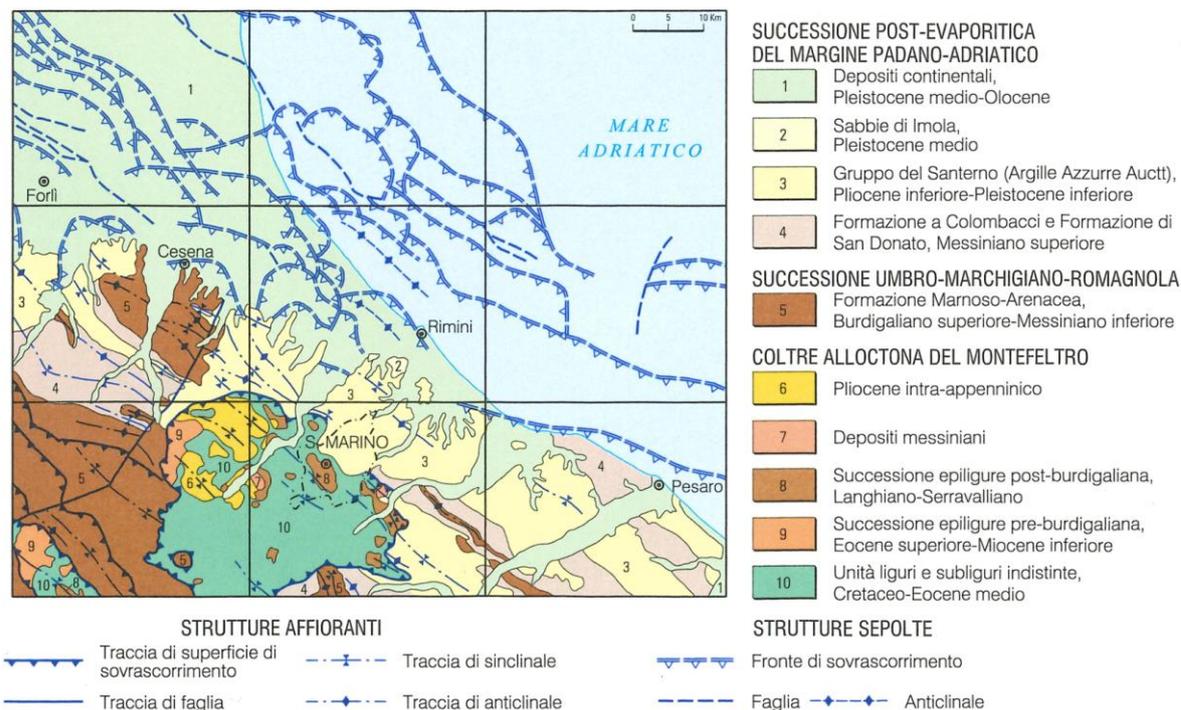


Figura n. 4 - Inquadramento geologico generale del territorio in cui ricade il Comune di Misano Adriatico

Nell'ambito territoriale di Misano Adriatico ad est dominano i depositi continentali del Pleistocene medio - Olocene, talvolta più o meno rimaneggiati dai flutti marini nei settori costieri, ad ovest sono invece significativi gli affioramenti delle Argille Azzurre del Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore.

Nei depositi continentali, affioranti nel territorio comunale in esame, figurano terreni di pertinenza del:

- 1) Subsistema di Ravenna (AES₈), distinti in:
 - depositi di tracimazioni fluviali indifferenziate e di piana alluvionale del Pleistocene superiore - Olocene, ove si presentano senza il loro settore sommitale olocenico costituito dall'Unità di Modena (AES_{8a});
 - depositi di pertinenza dell'Unità di Modena, ove presenti, ripartiti in:
 - sedimenti di canale, argine e rotta fluviale;
 - sedimenti di piana inondabile in area interfluviale e di piana alluvionale;
 - di cordone litorale, di piana costiera, fronte deltizia;
- 2) Subsistema di Villa Verucchio (AES₇) del Pleistocene superiore, con depositi alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e limo argillosi di origine fluviale;
- 3) Subsistema di Bazzano (AES₆) del Pleistocene medio, con depositi alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e limo argillosi di origine fluviale.

Si veda, in proposito, l'inquadramento geologico fornito dallo stralcio del foglio 268 (Pesaro) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, riportato nella figura 5.

ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	10 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

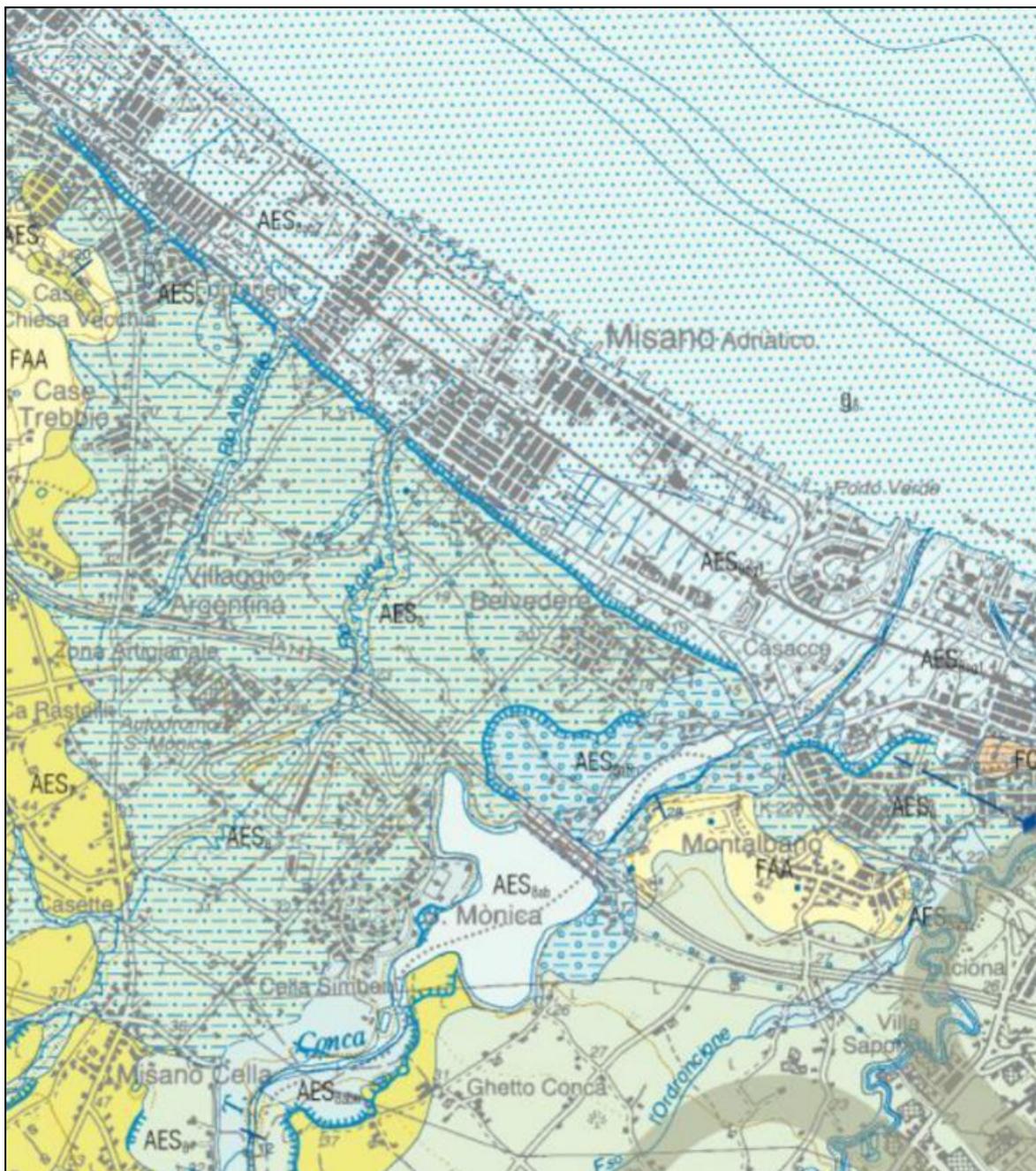


Figura n. 5 - Stralcio del foglio 268 (Pesaro) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, concernente il territorio del Comune di Misano Adriatico

Il territorio del Comune di Misano Adriatico, appartiene strutturalmente all'Appennino Settentrionale¹, la cui tettonica è contraddistinta da ampi fronti di scorrimento, che individuano alcune unità tettoniche fondamentali, e da importanti accavallamenti. Un fronte di sovrascorrimento profondo, com'è evidente nella figura 4, interessa la zona di pertinenza del territorio comunale in oggetto.

¹ L'Appennino settentrionale è una catena a falde derivata dal corrugamento e dalla sovrapposizione di prismi sedimentari, depositatisi nel paleo oceano ligure-piemontese e sul margine continentale della microplacca dell'Adria, durante la collisione tra la placca africana e quella europea. L'orogenesi, iniziata nell'Eocene medio e sviluppatasi soprattutto a partire dall'Oligocene, ha dato luogo a pieghe e a sovrascorrimenti lungo faglie inverse con spostamento generale verso nord-est.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	11 di 46

Una sintesi schematica della situazione globale della crosta terrestre, indicativamente valida anche per quanto concerne il territorio del Comune di Misano Adriatico, è fornita dalla sezione geologica schematica (figura n. 6), che taglia trasversalmente la penisola italiana dalla Toscana alla Romagna e si estende dalla superficie fino alla parte superiore del mantello terrestre².

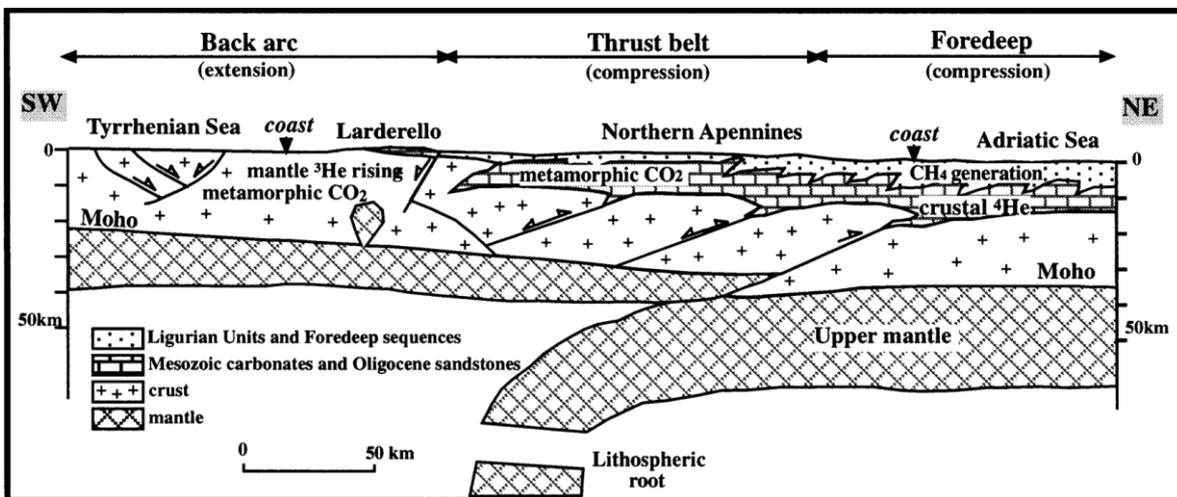


Figura n. 6 - Sezione geologica schematica attraverso l'Appennino Settentrionale, estesa dal Tirreno all'Adriatico e dalla superficie al Mantello superiore (da A. MINISSALE E ALTRI, 2.000)

2.3. CARATTERISTICHE SISMOTETTONICHE

Un inquadramento generale delle principali strutture attive sismogenetiche dell'Emilia-Romagna, quindi anche della zona in esame, è fornito dall'apposita carta (figura n. 7), a cura dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli dell'Emilia-Romagna.

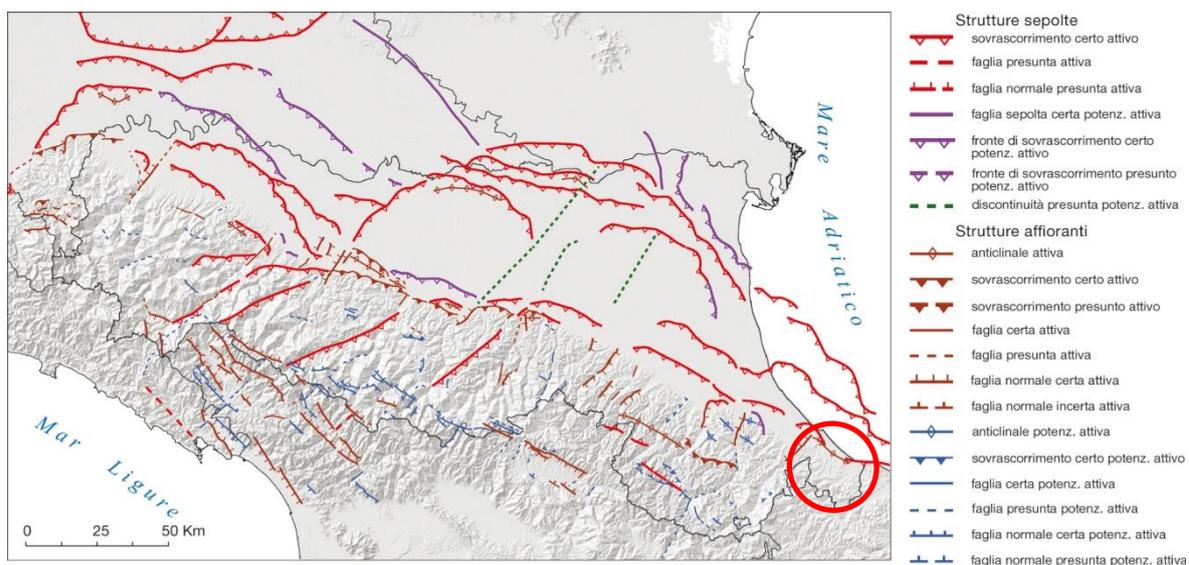


Figura n. 7 - Strutture tettoniche attive e potenzialmente attive riconosciute in Emilia-Romagna

² MINISSALE A., MAGRO G., MARTINELLI G., VASELLI G., TASSI G.F., *Fluid geochemical transect in the Northern Apennines (central-northern Italy): fluid genesis and migration and tectonic implications*, «Tectonophysics», 319, (2000), p. 218.

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

Le sorgenti sismogenetiche e le faglie potenzialmente attive e capaci, interessanti specificatamente il territorio comunale di Misano Adriatico, sono state ricavate dal *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Version 3.2.0, ossia dal database delle sorgenti sismogenetiche italiane, potenzialmente in grado di generare sismi con magnitudo superiore a M 5.5 nell'area Italiana³. La loro distribuzione geografica è evidente nella figura n. 8.

Nel territorio di pertinenza di Misano Adriatico figurano le seguenti sorgenti sismogenetiche composite:

- ◆ ITCS039 - Riminese onshore con Mw max (magnitudo momento massima) 5,9;
- ◆ ITIS033 - Rimini offshore South con Mw max (magnitudo momento massima) 5,6;
- ◆ ITCS030 - Riminese offshore con Mw max (magnitudo momento massima) 6,1;
- ◆ ITCS032 - Pesaro-Senigallia con Mw max (magnitudo momento massima) 6,1.

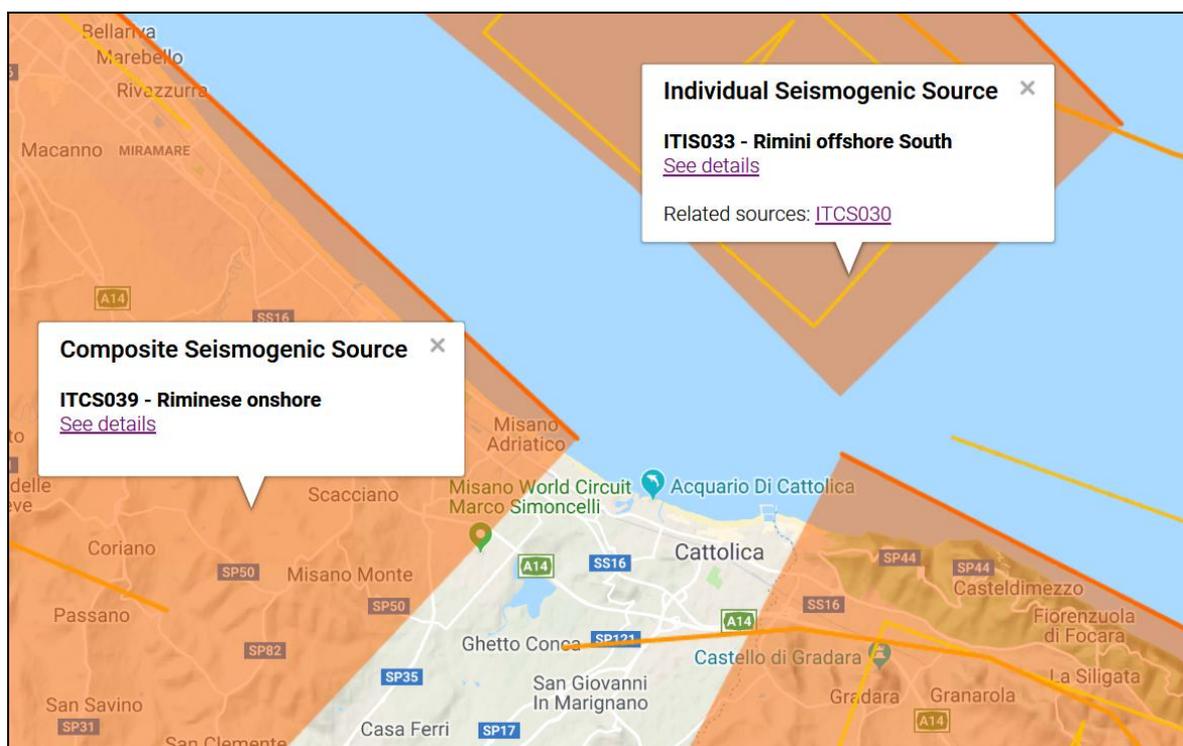


Figura n. 8 - Ubicazione delle sorgenti sismogenetiche del DISS nella zona di pertinenza del Comune di Misano Adriatico

Nella Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia⁴, il territorio comunale di Misano Adriatico (figura n. 9) ricade nella zona Rimini-Ancona 917 con Mw max (magnitudo momento massima) di 6,14.

³ BASILI R., G. VALENSISE, P. VANNOLI, P. BURRATO, U. FRACASSI, S. MARIANO, M.M. TIBERTI, E. BOSCHI (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*.

⁴ MELETTI C. E VALENSISE G. (a cura) del 2004, Zonazione sismogenetica ZS9 - App. 2 al Rapporto conclusivo.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	13 di 46

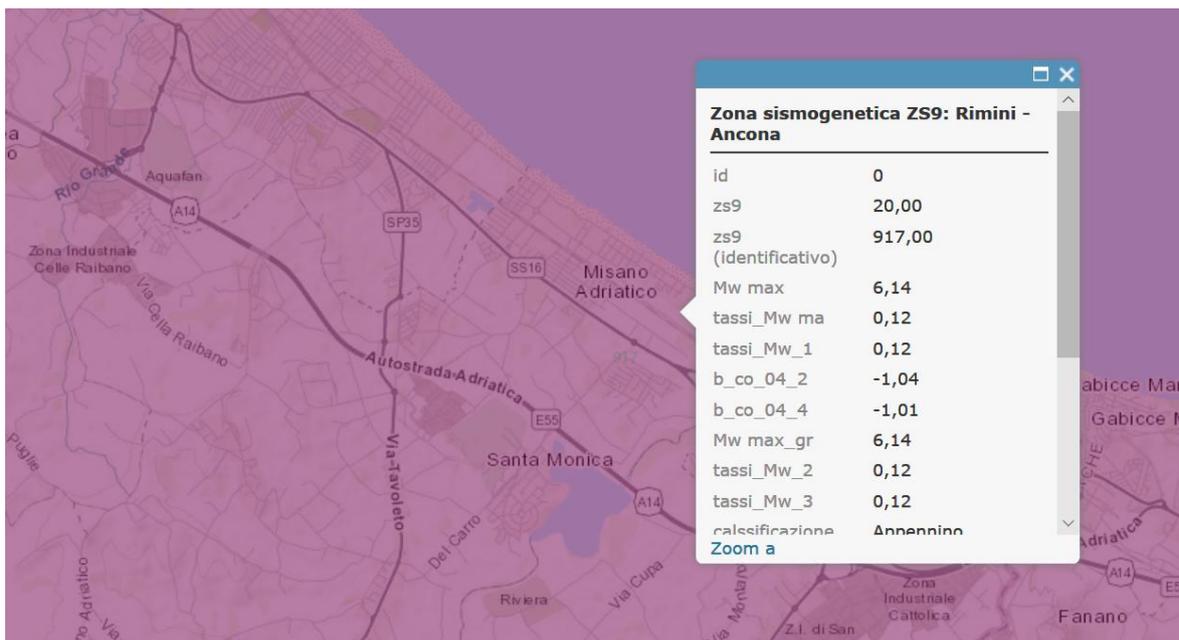


Figura n. 9 - Zonazione sismogenetica ZS9 del Comune di Misano Adriatico (zona "Forlì 914")

Nella mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (figura n. 10) la pericolosità di ciascuna zona è espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi contraddistinti da $V_{s30} > 800$ m/s.

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

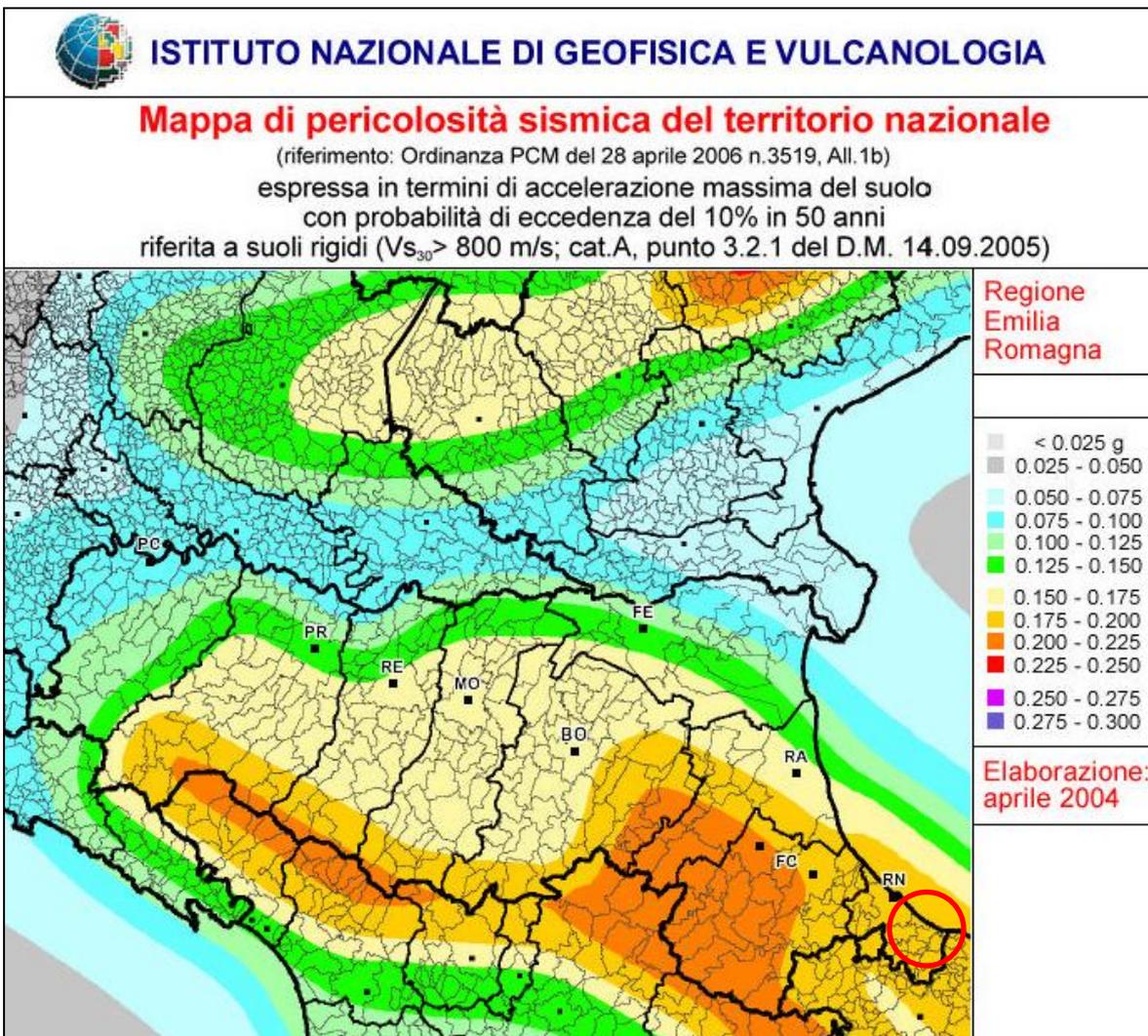


Figura n. 10 - Estratto della Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

In questa mappa il territorio in esame ricade in un'area caratterizzata da un'accelerazione sismica orizzontale massima a_g pari a 0,175-0,200 g.

2.4. STORIA SISMICA

La storia sismica del Comune di Misano Adriatico è stata desunta dal Database Macrosismico Italiano, versione DBMI15⁵. Nella tabella n. 1 sono riportati gli eventi di maggiore intensità verificatisi a Misano Adriatico indicando per ciascuno di essi, oltre agli effetti provocati al sito, espressi come intensità (MCS), quando si è verificato, l'area epicentrale, il numero di località coinvolte (NMDP), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_0), e la magnitudo momento (M_w).

⁵ Locati M., Camassi R. e al. (a cura di), 2016. DBMI15, la versione 2015 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15>. DOI: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	15 di 46

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

TABELLA N. 1 - MAGGIORE SISMICITÀ STORICA DEL COMUNE DI MISANO ADRIATICO

Effetti	In occasione del terremoto del:				
Intensità [MCS]	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
8	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
2-3	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
3-4	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
3	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
3-4	2000 08 01 02 34 31.00	Montefeltro	84	5-6	4,27
NF	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
NF	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
NF	2005 07 15 15 17 18.00	Forlivese	173	4-5	4,29
NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21

DEFINIZIONI DELLE SIGLE UTILIZZATE NELLA TABELLA N. 1

I [MCS]	Intensità macrosismica espressa in scala MCS. Alcuni effetti non sono esprimibili con la scala MCS per cui vengono utilizzati dei codici alternativi (si veda la relativa tabella)
Data	Data del terremoto
Ax	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto
NMDP	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
Io	Intensità macrosismica epicentrale, da CPT15, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg [dettagli]
Mw	Magnitudo momento, da CPT15

CODICI ALTERNATIVI MCS UTILIZZATI NELLA TABELLA N. 1

Codice	Descrizione
D	danno (damage): danno di entità non precisabile (indicativamente $Int >= 6$)
F	avvertito (felt): si ritiene di escludere che si siano verificati danni ($3 <= Int <= 5$)
NC	non classificato (not classified): indica una informazione non classificabile in termini di intensità ovvero con i codici utilizzati
EE	effetti sull'ambiente (environment effects): effetti sull'ambiente in prossimità della località cui vengono riferiti
SW	effetti marini anomali (sea waves): indica maremoto o comunque effetti anomali in mare, in prossimità della località cui vengono riferiti
NR	non segnalato (not reported): utilizzato a volte per segnalare che nelle fonti non vi è menzione di effetti per quella data località
NF	non avvertito (not felt): in presenza di segnalazione esplicita è equiparabile a $Int = 1$
RS	registrazione strumentale: alcuni studi riportano questa informazione, non utilizzabile dal punto di vista macrosismico, che tuttavia si è preferito conservare

A Misano Adriatico, com'è evidente nella figura n. 11, il maggiore terremoto noto in epoca recente si è verificato nel 1916.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	16 di 46

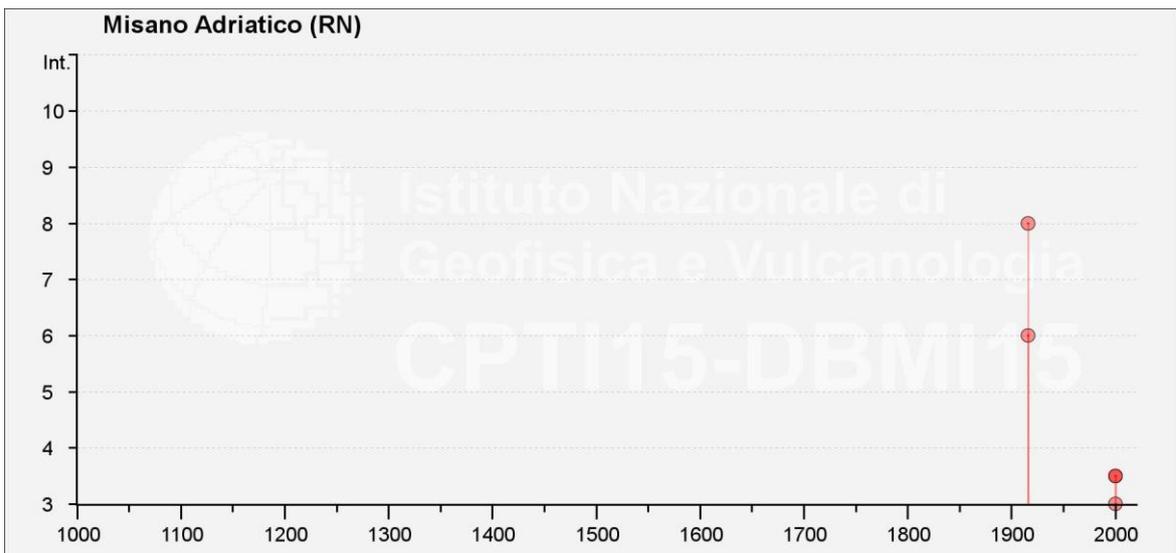


Figura n. 11 - I maggiori terremoti storici che hanno colpito Misano Adriatico

Nella figura n. 12, è riportata la magnitudo e la profondità dei terremoti verificatisi nella zona di pertinenza di Misano Adriatico dal 1 gennaio del 1900 ad oggi, entro il raggio di 20 chilometri⁶. Come si può notare dalla figura la profondità degli ipocentri è quasi sempre superficiale.

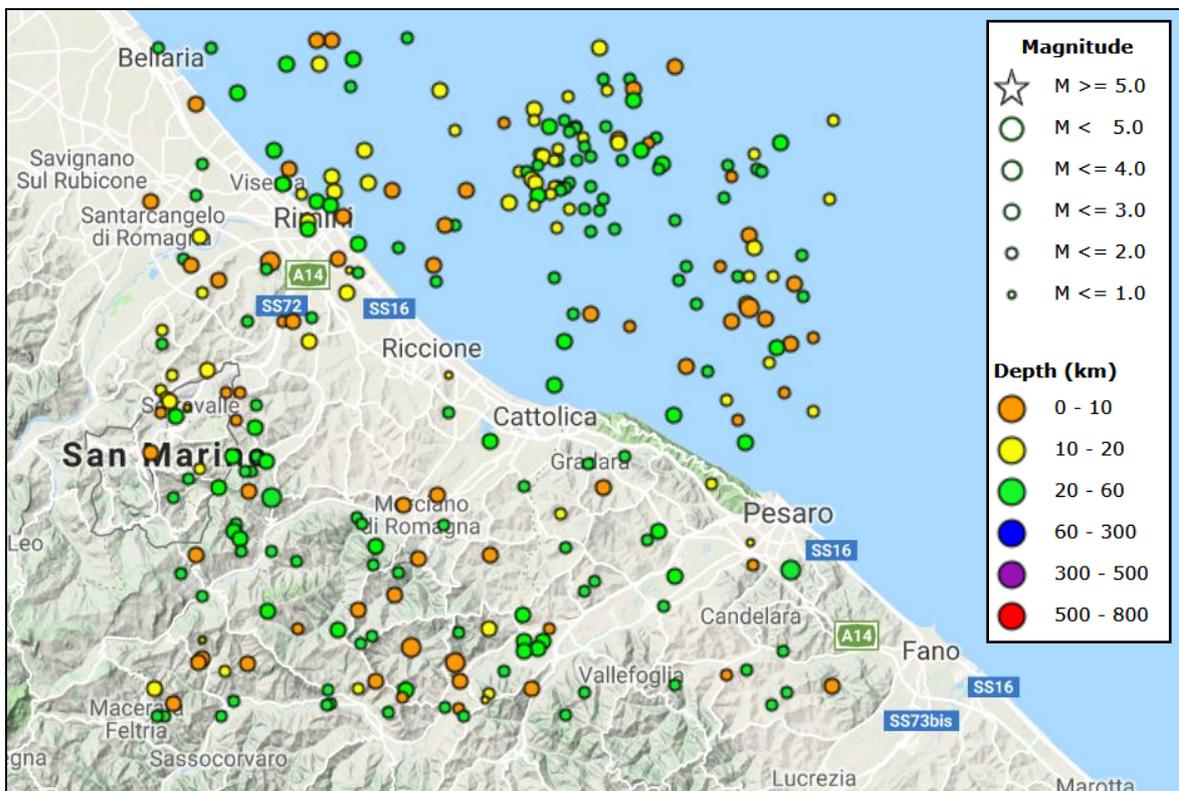


Figura n. 12 - Magnitudo e profondità dei sismi verificatisi nella zona di pertinenza di Misano Adriatico dall'inizio del 1900 ad oggi

⁶ ISIDe Italian Seismological Instrumental and parametric database: <http://iside.rm.ingv.it>

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

2.5. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Il territorio del Comune di Misano Adriatico è classificato sismico di seconda categoria (S=9) (è stato classificato sismico nel 1927, nel 1938 è stato declassificato e riclassificato nel 1983). In base alla classificazione nazionale dei Comuni italiani, stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, i Comuni sismici italiani sono pertanto distinti in 4 zone. Le prime, con sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), erano già state definite dalla Legge 64/74. Viceversa la zona 4 è di nuova introduzione. A ciascuna di queste zone è stato assegnato uno specifico valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tabella 2).

TABELLA N. 2 - ZONE SISMICHE E MASSIMI VALORI DI a_g

ZONA	VALORI MASSIMI DI a_g
1	>0,25
2	0,15 ÷ 0,25
3	0,05 ÷ 0,15
4	<0,05

In base alla Classificazione sismica della Regione Emilia-Romagna, evidente nella figura n. 13, il territorio comunale di Misano Adriatico appartiene alla zona 2.

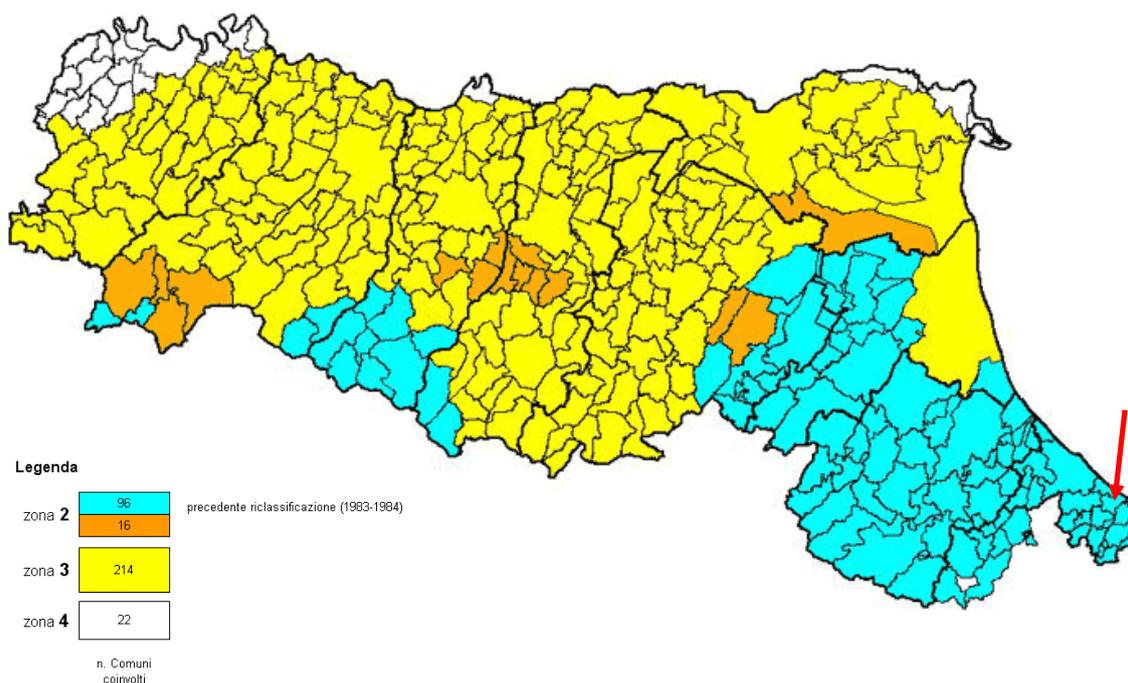


Figura n. 13 - Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia-Romagna

2.6. PERICOLOSITÀ SISMICA

Con l'Ordinanza n° 3519 del 28 aprile 2006 sono stati precisati i criteri generali, la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale, riportata nel suo allegato 1b, e la normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica.

ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	18 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

Il recente Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*” (N.T.C. 2018) stabilisce che per la determinazione dell'azione sismica si deve fare riferimento agli allegati al decreto ministeriale del 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*”.

Alle N.T.C. 2008 citate, infatti, è allegato un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), secondo il quale l'azione sismica sulle costruzioni è da valutare in base alla pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Con riferimento a quanto disposto in tale Allegato, l'accelerazione sismica massima del terreno (a_g) viene definita in corrispondenza dei punti di un reticolo, i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 2.475 anni).

Qualora il sito in esame non ricada nei nodi del reticolo di riferimento, il valore del suo parametro a_g può essere ricavato come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento in cui è situato, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In adempimento agli obblighi stabiliti dalla normativa nazionale e con l'obiettivo di ridurre il rischio sismico, la Regione Emilia-Romagna, con Deliberazione dell'Assemblea legislativa n. 112 del 2 maggio 2007, ha approvato l'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". Tale atto è stato poi aggiornato con la DGR n. 2193 del 21 dicembre 2015. Tale documento fornisce i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la microzonazione sismica del territorio al fine di orientare le scelte della pianificazione verso le aree contraddistinte da minore pericolosità sismica. In esso viene inoltre precisato che la pericolosità del rischio sismico dipende sia dalle caratteristiche sismiche dell'area, cioè dalle sorgenti sismiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti in essa presenti (*pericolosità sismica di base*), sia dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, in quanto alcune formazioni litologiche e particolari forme del paesaggio, possono modificare le caratteristiche del moto sismico superficiale e possono favorire effetti locali di amplificazione o di instabilità dei terreni (*pericolosità sismica locale*).

Gli studi sulla pericolosità sismica hanno pertanto come obiettivo:

- ◆ l'individuazione delle aree dove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- ◆ la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine (Analisi della Risposta Sismica Locale, RSL);
- ◆ la suddivisione del territorio in sottozona a diversa pericolosità sismica locale (Microzonazione Sismica, MZ).

Per questi studi sono previsti diversi livelli di approfondimento a seconda della sismicità locale e delle finalità delle realizzazioni previste.

La **prima fase** è volta a definire gli *scenari di pericolosità sismica locale*, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	19 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.). Questa individuazione si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, nonché su raccolte di informazioni in merito agli effetti indotti dai terremoti che in passato hanno colpito la zona. Spesso, quanto definito in questa fase, fa ampio riferimento ed elabora i dati predisposti e resi disponibili dalle indagini eseguite in sede di redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) e del Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) e, a sua volta, concorre alla definizione delle scelte urbanistiche, fornendo indicazioni sui limiti e sulle condizioni di cui tenere conto nella pianificazione.

La **seconda fase** ha come obiettivo la *Microzonazione sismica del territorio indagato* ossia l'approfondimento delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento, la suddivisione dettagliata del territorio, in aree con maggiore o minore pericolosità sismica, l'indicazione delle aree ove si ritengono necessari approfondimenti con la precisazione delle indagini e delle analisi da effettuare.

La **terza fase** consiste nell'attuazione degli approfondimenti nei luoghi e con le modalità indicate di massima nella seconda fase.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	20 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

3. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

3.1. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

I dati acquisiti ed elaborati in questa sede derivano:

- dalla raccolta ed elaborazione di quanto disponibile in merito alle aree considerate presso l'Ufficio Tecnico comunale, la Provincia di Rimini, il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e gli archivi personali dei partecipanti a questo studio;
- da un'apposita campagna d'indagini, attuata allo scopo di acquisire un'adeguata conoscenza della specifica situazione locale.

Nella tabella n. 3 è fornito il quadro d'assieme delle prove acquisite o appositamente realizzate, concernenti le aree interessate dal secondo livello d'approfondimento.

TABELLA N. 3 - PROVE IN SITO DISPONIBILI (COMUNE DI MISANO ADRIATICO)

Tipo di prova in sito	Archivio		Prove realizzate in questa sede	Totale
	RER	Comune		
Sondaggi a carotaggio continuo	81	2		83
Prove penetrometriche dinamiche pesanti (DP)	2			2
Prove penetrometriche dinamiche leggere (DL)	143	22		165
Prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)			4	4
Prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTe)	3			3
Prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)	44	94		138
Down Hole	2			2
MASW			26	26
Microtremori a stazione singola (HVSr)	1	9	27	37
ESAC			12	12
Totale	276	127	69	472

Delle 472 prove geotecniche e geofisiche acquisite (sondaggi, penetrometrie e prove geofisiche), 403 provengono dagli archivi degli Enti, di cui 127 da quello del Comune di Misano Adriatico e 276 da quello della Regione Emilia-Romagna. Le restanti 69 prove in sito sono state effettuate nell'ambito della presente indagine.

L'insieme dei dati geologici e geofisici così acquisiti, unitamente alle informazioni presenti nella letteratura ed ai risultati dei numerosi sopralluoghi effettuati nell'ambito di Misano Adriatico, hanno permesso di ricostruire il modello geologico del territorio interessato dallo studio di microzonazione sismica.

L'ubicazione degli elementi stratigrafici e geofisici acquisiti è riportata nella **Carta delle indagini** in scala 1.10.000. Il loro insieme è stato configurato in formato digitale con modalità georiferita, al fine di consentirne l'elaborazione in ambiente GIS. Sia i dati di base, sia quelli elaborati sono stati inoltre organizzati in formato vettoriale (*shapefile*) nel rispetto di quanto precisato negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	21 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

3.2. SONDAGGI E PENETROMETRIE

In merito al territorio comunale in oggetto, com'è evidente nella tabella n. 3, sono disponibili complessivamente 83 sondaggi a carotaggio continuo, 145 prove penetrometriche statiche (4 CPTU sono state realizzate nel presente studio) e 167 prove penetrometriche dinamiche. I sondaggi e le penetrometrie hanno raggiunto rispettivamente profondità massime dell'ordine di 83 metri e di circa 24 metri.

3.3. PROVE GEOFISICHE

L'insieme delle prove geofisiche, raccolte e appositamente realizzate nell'area in esame, è ascrivibile ai seguenti tipi:

- Microtremori a stazione singola (HVSR), prove complessive n. 37, di cui 27 eseguite in questa sede;
- Down Hole, prove complessive n. 2 non eseguite in questa sede;
- Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), prove complessive n. 26, tutte effettuate durante la presente indagine;
- ESAC, prove complessive n. 12, anch'esse attuate nell'ambito di questa ricerca.

I dati registrati sono stati poi elaborati e restituiti graficamente con le usuali procedure. L'ubicazione di queste prove è precisata nella **Carta delle indagini** in scala 1.10.000.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	22 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

4. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Basilare, in uno studio di Microzonazione sismica, è la definizione, più accurata possibile, del modello geologico del sottosuolo locale con particolare riferimento all'individuazione della profondità del substrato rigido.

Mentre si rimanda ad una seguente parte della presente relazione la descrizione della situazione dei vari settori del Comune di Misano Adriatico, distinte in base all'elaborazione dell'insieme dei dati acquisiti nell'ambito della presente ricerca, è opportuno soffermarsi, a questo punto, sull'assetto generale del sottosuolo locale, che può modificare il moto sismico in superficie e condizionare gli effetti sismici locali.

Nell'ambito territoriale di Misano Adriatico, com'è già stato fatto rilevare, ad est dominano i depositi continentali del Pleistocene medio - Olocene, talvolta più o meno rimaneggiati dai flutti marini nei settori costieri, ad ovest sono invece significativi gli affioramenti delle Argille Azzurre del Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore.

Il substrato presente nel territorio di Misano Adriatico, è rappresentato dalla parte superiore dei sedimenti argillosi e marnosi di pertinenza delle Argille Azzurre plio-pleistoceniche. Si vedano, in proposito le figure 14 e 15, raffiguranti rispettivamente le tracce e le sezioni geologiche tratte dalla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica dell'area costiera di Misano Adriatico (RN)" redatta dal Dott. Geol. Luca Martelli della Regione Emilia-Romagna.



Figura n. 14 - Traccia delle sezioni geologiche riportate nella figura n. 15

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	23 di 46

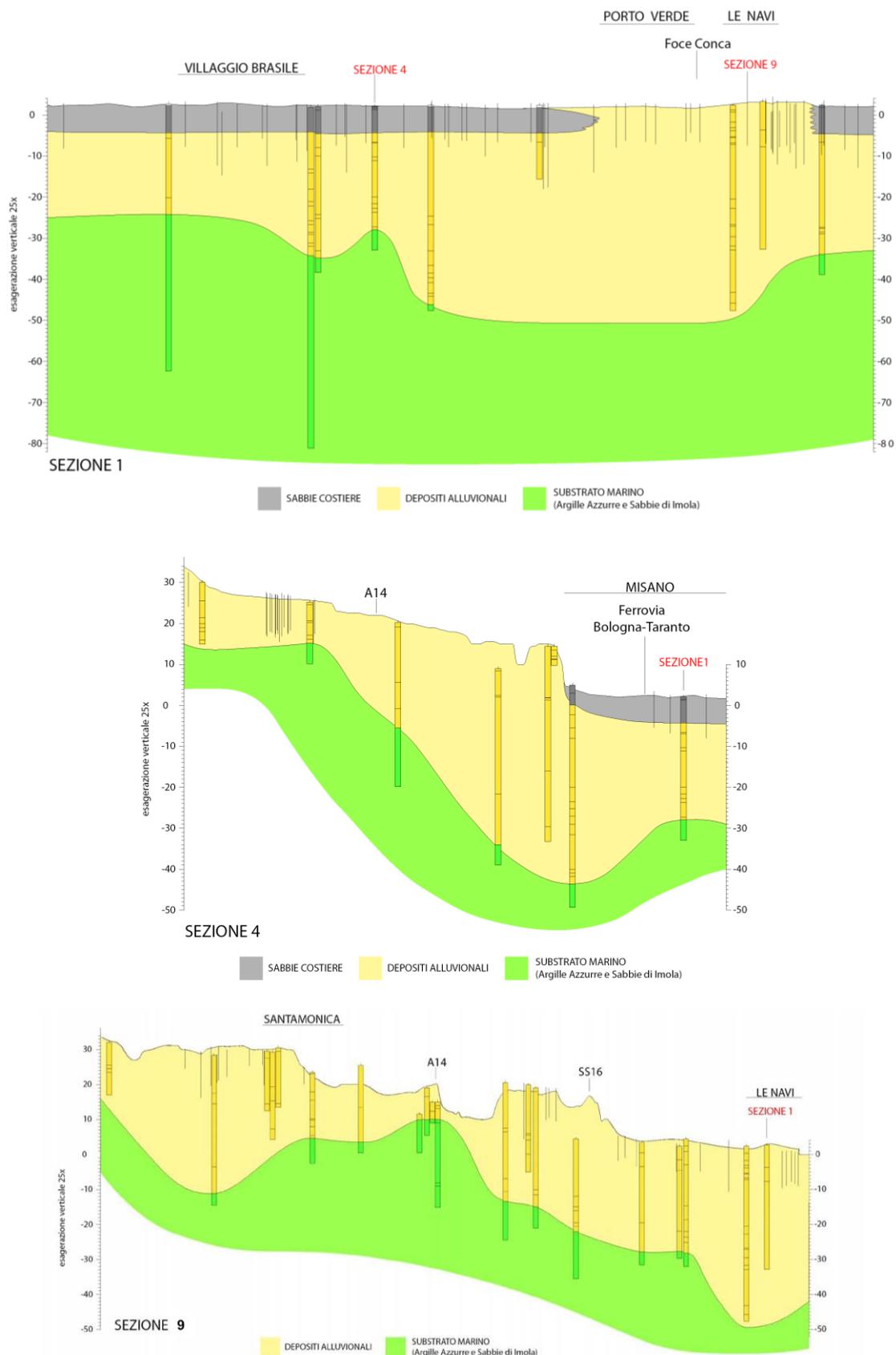


Figura n. 15 - Sezioni geologiche evidenzianti il contatto tra i depositi continentali e le Argille Azzurre Plio-Pleistoceniche nel sottosuolo di Misano Adriatico

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

Tali sezioni ed in particolare la Carta degli spessori dei depositi continentali redatta dal Dott. Geol. Luca Martelli della Regione Emilia-Romagna (figura 16), evidenziano un approfondimento del substrato geologico nella zona dell'autodromo e nella fascia costiera dove il tetto delle Argille Azzurre raggiunge profondità massime prossime a 50 metri da piano campagna.

Nelle restanti parti delle territorio comunale in esame, come si può osservare nella Carta geologico tecnica in scala 1:10.000 allegata, le Argille Azzurre affiorano direttamente in superficie.

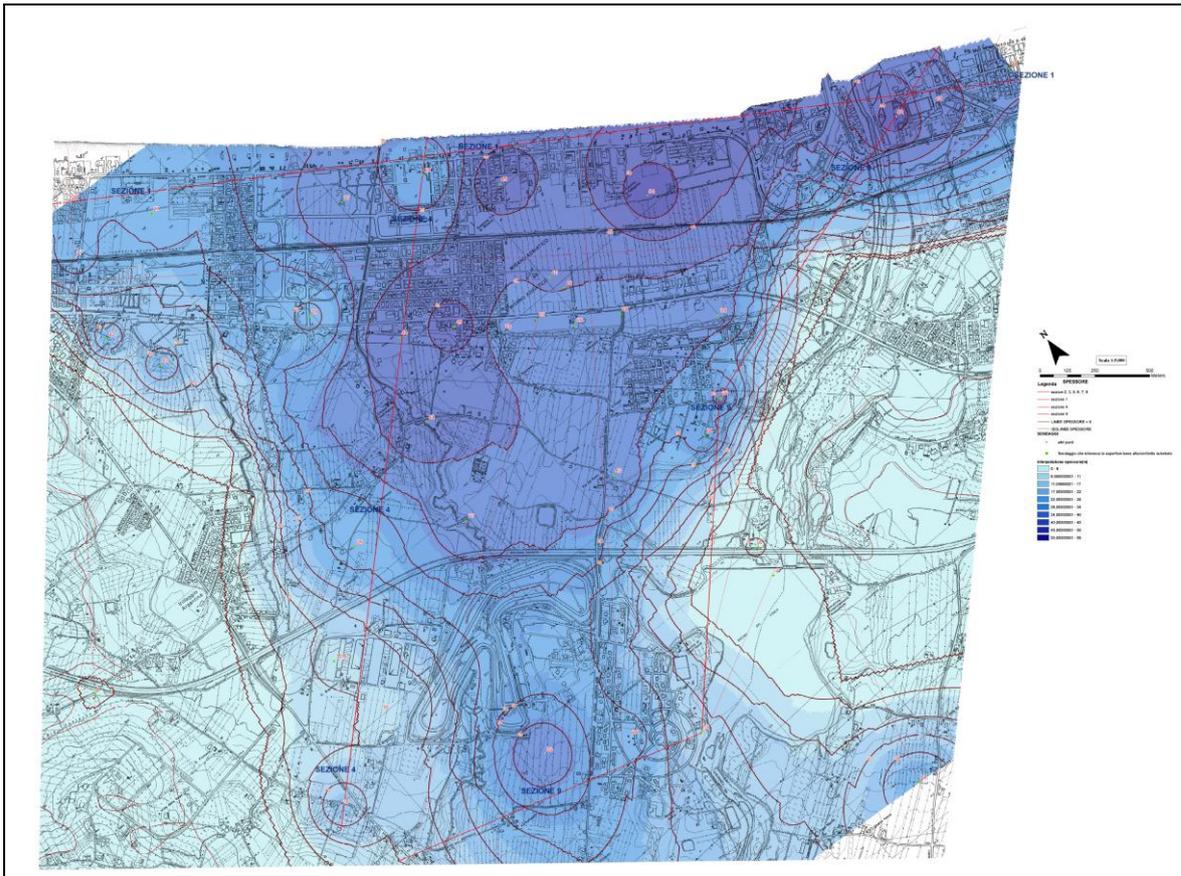


Figura n. 16 - Carta dello spessore dei depositi continentali

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	25 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

5. DETERMINAZIONI ED INCERTEZZE

Nel **rilievo dei microtremori** per analisi dei rapporti spettrali delle componenti orizzontale e verticale del moto (HVSR), direttamente rilevati in questa sede, e nelle relative analisi sono state seguite le linee guida del progetto SESAME (European research project - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibration) con le tecniche di acquisizione e le modalità di elaborazione esplicitate negli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Questo metodo (HVSR o di Nakamura) si basa sul rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del noise, assumendo che la componente verticale (V) nel passare dal *bedrock* alla superficie non subisce amplificazione, e consente di determinare la “*frequenza di risonanza*” di uno strato caratteristico del sito, per il quale assume il valore massimo il rapporto $RHV = HS/VS$ (*Horizontal to Vertical Ratio*) tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo.

Ciascuna prova realizzata ha fornito, in particolare, un grafico del rapporto spettrale H/V - frequenza, in cui si possono osservare il picco o i picchi caratteristici, in corrispondenza di determinate frequenze.

Per determinare la qualità delle singole misure HVSR effettuate e la loro relativa affidabilità, si è proceduto all’analisi della durata complessiva delle singole registrazioni, utilizzando quelle capaci di produrre stime “robuste” del campo medio delle vibrazioni ambientali. Tutte le misure soddisfano i primi 3 criteri del progetto SESAME (linee guida 2005), relativi alla robustezza statistica del segnale.

Per ogni singola acquisizione è stato inoltre valutato l’andamento complessivo della curva H/V, prestando particolare attenzione, durante la fase di elaborazione, alla plausibilità fisica della curva stessa, verificabile attraverso l’individuazione di massimi caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale.

In fase di elaborazione, sfruttando le possibilità di analisi direzionale e temporale del software utilizzato (Jsesame, Geopsy), è stata valutata la stazionarietà temporale dei rapporti spettrali misurati, prestando inoltre particolare attenzione alle variazioni azimuthali di ampiezza, nel rispetto della condizione di isotropia del segnale.

Con riferimento ai criteri delle linee guida SESAME 2005, relativi alla “chiarezza” del picco di possibile risonanza, si osserva che normalmente le misure soddisfano almeno 5 su 6 criteri. Solo quindici casi (099005P408HVSR418, 099005P412HVSR422, 099005P413HVSR423, 099005P414HVSR424, 099005P417HVSR427, 099005P418HVSR428, 099005P420HVSR430, 099005P424HVSR434, 099005P425HVSR435, 099005P426HVSR436, 099005P428HVSR438, 099005P429HVSR439, 099005P430HVSR440, 099005P431HVSR441, 099005P432HVSR442) non soddisfano questi requisiti. Verosimilmente questo accade per le peculiarità del complesso e variabile deposito del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), presente nel sottosuolo in esame.

L’indagine **microsismica MASW** è stata eseguita con un sismografo “DOREMI” della SARA Electronic Instruments S.r.l. È stata utilizzata una frequenza di campionamento di 5.000 Hz e una registrazione magnetica degli eventi per un intervallo di 2000 ms. Alla strumentazione sismografica sono stati

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	26 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

connessi sensori geofonici verticali da 4,5 Hz, posti alla distanza reciproca di 1 metro. Il rilievo è stato condotto operando energizzazioni per l'acquisizione dei dati agli estremi delle stese geofoniche della lunghezza complessiva variabile da 32 a 50 metri, restituendo i risultati su verticali rappresentative del sito.

La tecnica di investigazione ed elaborazione MASW dei dati consente di rilevare la situazione sismo-stratigrafica del sottosuolo in riferimento alla velocità delle onde S, basandosi sulla misura delle onde superficiali di Rayleigh (onde di superficie prodotte da un movimento circolare retrogrado delle particelle del suolo), che si presta ad una agevole elaborazione in considerazione del fatto che il contenuto energetico risulta nettamente superiore a quello che compete alle componenti delle onde di volume P ed S, il cui decadimento ed attenuazione risulta proporzionale al quadrato della distanza piuttosto che alla distanza dalla sorgente dell'impulso.

Dato che in un mezzo stratificato le onde di Rayleigh subiscono il fenomeno della dispersione, poiché le differenti lunghezze d'onda, che descrivono il movimento delle particelle, viaggiano a velocità differenti in relazione alle caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo, la loro dispersione consente di analizzare le variazioni di velocità delle onde S e di discriminare in profondità le principali variazioni di rigidità dei terreni, tenendo conto che le componenti d'onda ad alta frequenza impegnano e caratterizzano gli strati più superficiali dell'area di indagine, mentre quelle a più bassa frequenza interessano spessori maggiori del sottosuolo e caratterizzano gli strati più profondi. La velocità delle onde S si determina, in particolare, considerando che è dell'ordine del 90-110% di quella delle onde di Rayleigh.

Le interpretazioni MASW, eseguite con softwares votati (WinMASW, Seisimager, Masw-Vitantonio e WinMasw-Eliosoft), hanno permesso di determinare le sismostratigrafie in onde S dei siti, accertando eventuali e locali inversioni di velocità e calcolando il valore equivalente alla profondità di 30 metri attraverso la seguente relazione:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove: $V_{S_{30}}$ è la velocità sismica ponderata su 30 metri delle onde trasversali, h_i è lo spessore dell'orizzonte i esimo nei 30 metri di riferimento, V_i è la velocità delle onde S dell'orizzonte i esimo di spessore h_i . I valori ottenuti sono riportati nella relativa documentazione allegata.

Nei rilievi con la tecnica ESAC (Extended Spatial Autocorrelation Method) i microtremori sismici, registrati con stendimenti bidimensionali e attraverso il processo di inversione della curva di dispersione effettiva (anziché modale), consentono di identificare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s del sottosuolo indagato e quindi di determinare il valore $V_{S_{30}}/V_{S_H}$. Anche in questo caso i valori ottenuti sono riportati nella relativa documentazione allegata.

6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	27 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

6.1. PRIMA FASE DEL LAVORO

Nella prima fase di lavoro, concernente le aree del Comune di Misano Adriatico da sottoporre allo studio di Microzonazione Sismica (territorio urbanizzato e urbanizzabile), sono stati acquisiti tutti i dati bibliografici e di archivio disponibili, sono stati condotti puntuali rilievi sul territorio ed è stata analizzata la cartografia geologica e geomorfologica fruibile. In seguito, tenendo conto dell'insieme degli elementi acquisiti, è stata predisposta ed eseguita un'attenta campagna di rilievi integrativi e di controllo.

A conclusione di questa prima fase d'indagini, come in seguito precisato, sono stati predisposti i seguenti elaborati:

- **Carta delle indagini (scala 1:10.000)** - In questa carta è riportata l'ubicazione, di tutte le indagini in sito acquisite o realizzate in questa sede, distinte in base alla specifica tipologia (sondaggi, penetrometrie, prove geofisiche ecc.);
- **Carta geologico-tecnica (scala 1:10.000)** - Questa carta, concernente le zone interessate dall'analisi di secondo livello, prende in esame i terreni di copertura, il substrato geologico, le instabilità dei versanti, gli elementi geologici e idrogeologici e gli ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura.
- **Carta delle frequenze naturali dei terreni (scala 1:10.000)** - In questa carta sono riportate le ubicazioni dei punti ove sono state eseguite le indagini sismiche HVSR, con simbolicamente precisato il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (*frequenza principale*). A fianco di ciascun simbolo è riportata la frequenza relativa al primo picco significativo (in rosso). Nel caso sia presente, è indicata anche la frequenza (in blu) di un secondo picco (*frequenza secondaria*). Le misure inoltre sono state suddivise in classi sulla base delle frequenze ($F_0 \leq 0.6$ Hz; $0.6 < F_0 < 1$; $1 < F_0 \leq 2$ Hz; $2 < F_0 \leq 8$ Hz; $F_0 > 8$ Hz) e dell'ampiezza del picco ($1,5 \leq HVSR < 2$; $2 \leq HVSR < 3$; $HVSR \geq 3$).
- **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (scala 1:10.000)** - In questa carta sono state individuate le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, distinte in sette zone, le zone di attenzione per instabilità, a seconda se da liquefazione o da instabilità di versante, e i punti di misura di rumore ambientale.

6.2. SECONDA FASE DEL LAVORO

Nella seconda fase della presente indagine sono stati predisposti i seguenti elaborati:

- **Carta delle velocità delle onde di taglio S (scala 1:10.000)** - In questa carta è precisata l'ubicazione delle prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), Down Hole, ESAC e di misura dei microtremiti a stazione singola. A fianco di ciascuna indicazione è precisato il rispettivo valore di V_{s30} e/o V_{sH} in m/s.
- **Carte di microzonazione sismica di livello 2 (scala 1:10.000)** - In queste carte sono raffigurate le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone di attenzione per instabilità. Le amplificazioni sono state stimate, mediante procedure semplificate (utilizzando abachi e formule), dato che l'assetto geologico locale è assimilabile ad un modello fisico

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	28 di 46

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

monodimensionale. Tali amplificazioni sono state quantificate sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0). Sono stati, in particolare, predisposti i seguenti elaborati cartografici:

- **Carta di microzonazione sismica - FA_{PGA} (scala 1:10.000);**
- **Carta di microzonazione sismica - $FA_{IS\ 0,1 - 0,5\ s}$ (scala 1:10.000);**
- **Carta di microzonazione sismica - $FA_{IS\ 0,5 - 1,0\ s}$ (scala 1:10.000).**

6.3. TERZA FASE DEL LAVORO

La terza fase che rappresenta l'approfondimento di livello 3 non è oggetto del presente studio. I caratteri delle zone di attenzione per instabilità evidenziate dall'analisi di livello 2 saranno approfondite da un eventuale successivo studio.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	29 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

7. ELABORATI CARTOGRAFICI

7.1. CARTA DELLE INDAGINI

Nella **Carta delle indagini** in scala 1:10.000, concernente il territorio di Misano Adriatico è riportata l'ubicazione di tutte indagini in sito disponibili. Pertanto nella relativa legenda figurano i seguenti elementi:

- Sondaggio a carotaggio continuo;
- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT);
- Prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTe);
- Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU);
- Prova penetrometrica dinamica pesante (DP);
- Prova penetrometrica dinamica leggera (DL);
- Stazione microtremore a stazione singola (HVSR);
- ESAC;
- MASW;
- Confine comunale;
- Aree oggetto di microzonazione.

7.2. CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER MICROZONAZIONE SISMICA

La realizzazione della **Carta geologico-tecnica** in scala 1:10.000 del territorio del Comune di Misano Adriatico ha consentito di definire il modello del sottosuolo del Comune in oggetto ed è stata funzionale anche alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (scala 1:10.000). In essa sono stati distinti:

- Terreni di copertura;
- Substrato geologico;
- Instabilità di versante;
- Elementi geologici e idrogeologici;
- Ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura;
- Confine comunale;
- Aree oggetto di microzonazione.

I terreni di copertura, dovendo attenersi agli standard di rappresentazione dettati dagli SRAI, sono stati distinti sulla base delle caratteristiche tessiturali, come di seguito specificato:

- **GP** - *Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia*: sono cartografate principalmente nella settore orientale della zona costiera, caratterizzata dalla presenza della conoide alluvionale del T. Conca;
- **GM** - *Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo*: caratterizzano la fascia dei terrazzi alluvionali recenti del T. Conca, riconducibili all'Unità di Modena del Subsistema di Ravenna. Inoltre si rinvengono nelle zone di talweg del reticolo idrografico secondario;
- **SM** - *Sabbie limose, miscela di sabbia e limo*: occupano il settore centro occidentale della zona costiera;

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	30 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

- **ML** - *Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità*: a questa classe sono stati attribuiti i depositi di versante s.l. e i depositi gravitativi quiescenti ed in atto;
- **CL** - *Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre*: ricomprendono i depositi alluvionali terrazzati del Subsistema di Ravenna e di quello di Villa Verucchio.

Il substrato geologico affiorante o subaffiorante risulta classificabile come:

- **Substrato coesivo sovraconsolidato**: coincidente con la formazione delle Argille Azzurre. Si tratta di argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili.

Sono stati altresì distinti gli ambienti genetico - deposizionali dei terreni di copertura secondo le seguenti classi:

- **es** - argini, barre, canali;
- **tf** - terrazzo fluviale;
- **sp** - spiaggia;
- **ec** - eluvi/colluvi.

Infine nella Carta geologico tecnica è indicata la soggiacenza della falda e sono rappresentati i pozzi/sondaggi profondi, distinguendoli a seconda che abbiano raggiunto o meno il substrato rigido e riportando la profondità dello stesso oppure la profondità raggiunta dalla perforazione.

7.3. CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

La **Carta delle frequenze naturali dei terreni** in scala 1:10.000, del territorio del Comune di Misano Adriatico è stata realizzata utilizzando i dati sui microtremori disponibili e ubicando i punti ove sono state effettuate le misure HVSR. Nella relativa legenda, con riferimento a ciascuna prova, sono state precisate:

- la frequenza di picco significativa;
- l'ampiezza di picco;
- lo spessore atteso.

Al lato di ciascun simbolo sono riportate le frequenze relative al primo picco significativo (in rosso) e al secondo picco (in blu) se presente.

Sono inoltre indicati:

- il confine comunale;
- le aree oggetto di microzonazione.

L'esame della carta evidenzia la presenza di picchi H/V in prevalenza compresi tra 1,5 e 3 Hz, con ampiezza generalmente moderata ($2 \leq \text{HVSR} < 3$). I picchi che ricadono nel campo delle frequenze più basse, caratterizzano le zone dove il substrato geologico risulta più profondo.

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	31 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

7.4. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La **Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica** (MOPS) in scala 1:10.000 del territorio del Comune di Misano Adriatico, individua:

- le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (zone da 1 a 7);
- le zone di attenzione per instabilità (zone da 8 a 10) con instabilità per liquefazioni (zone 8 e 9) e per instabilità di versante (zona 10);
- i punti di misura di rumore ambientale;
- le aree oggetto di microzonazione.

Le figure da 17 a 26 mostrano le colonne stratigrafiche sintetiche rappresentanti le MOPS (zone da 1 a 10).

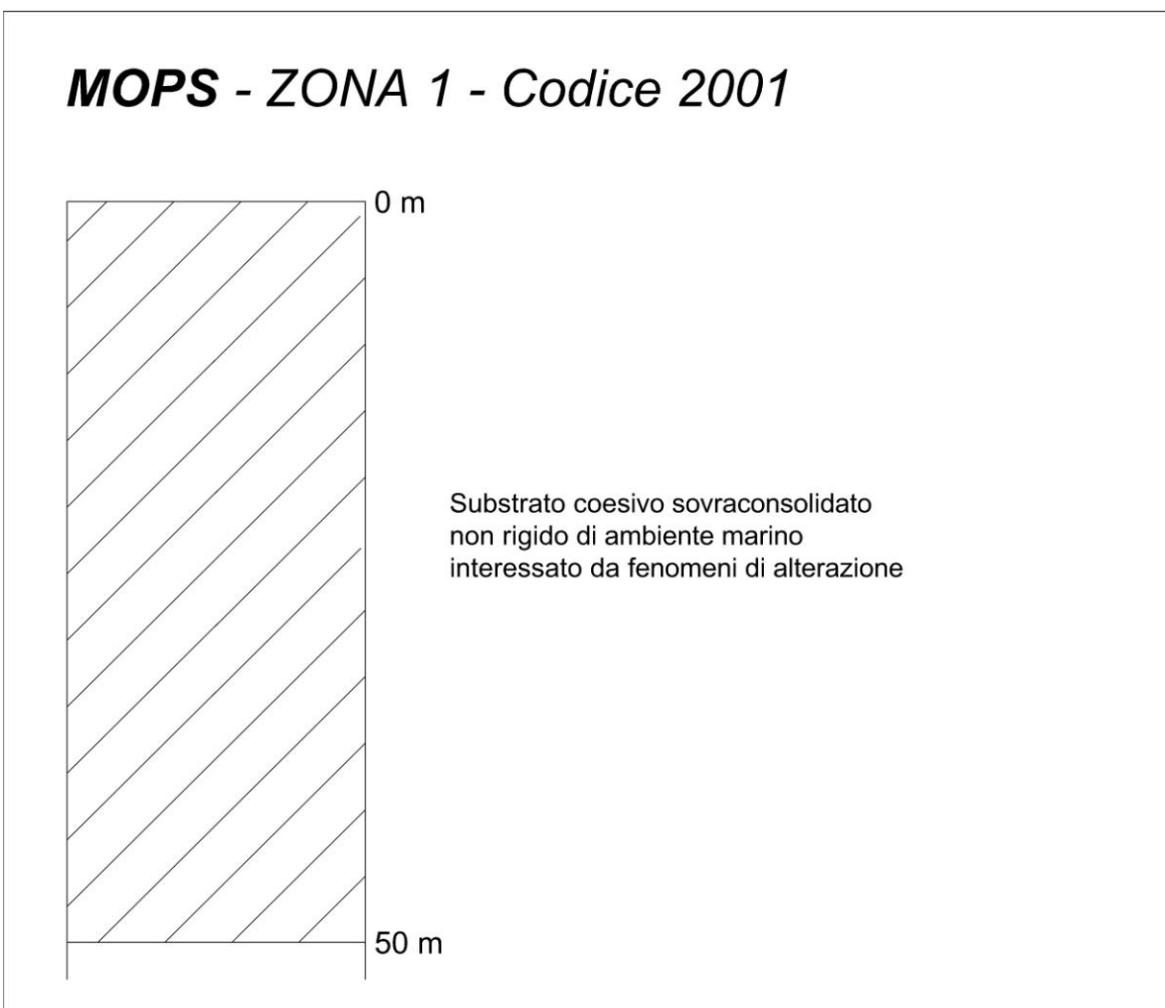


Figura n. 17 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 1 Cod. 2001

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	32 di 46

MOPS - ZONA 2 - Codice 2002

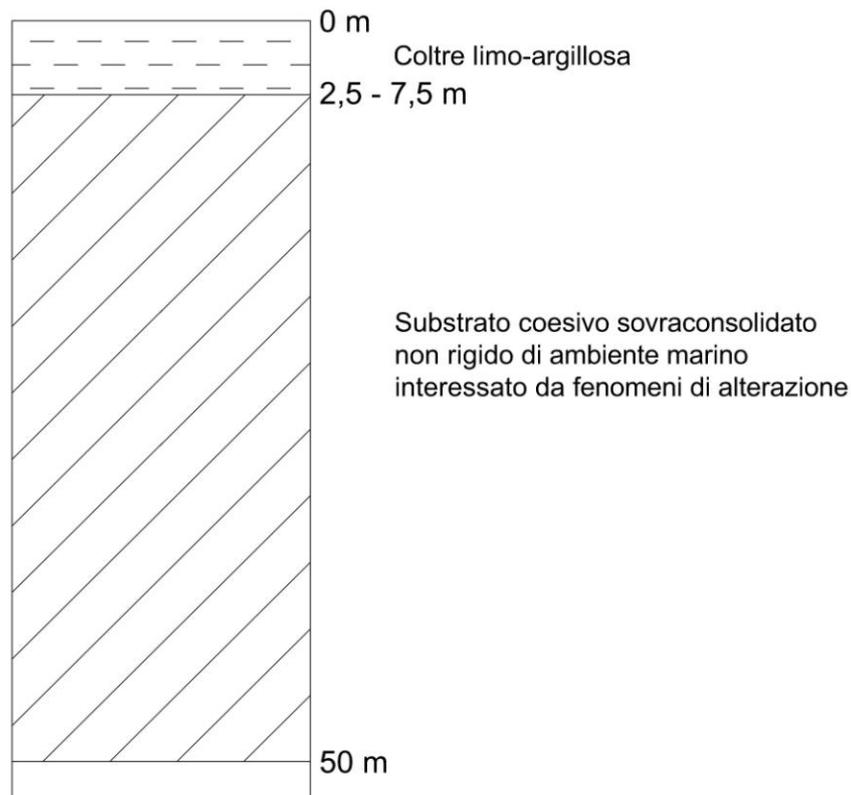


Figura n. 18 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 2 Cod. 2002

MOPS - ZONA 3 - Codice 2003

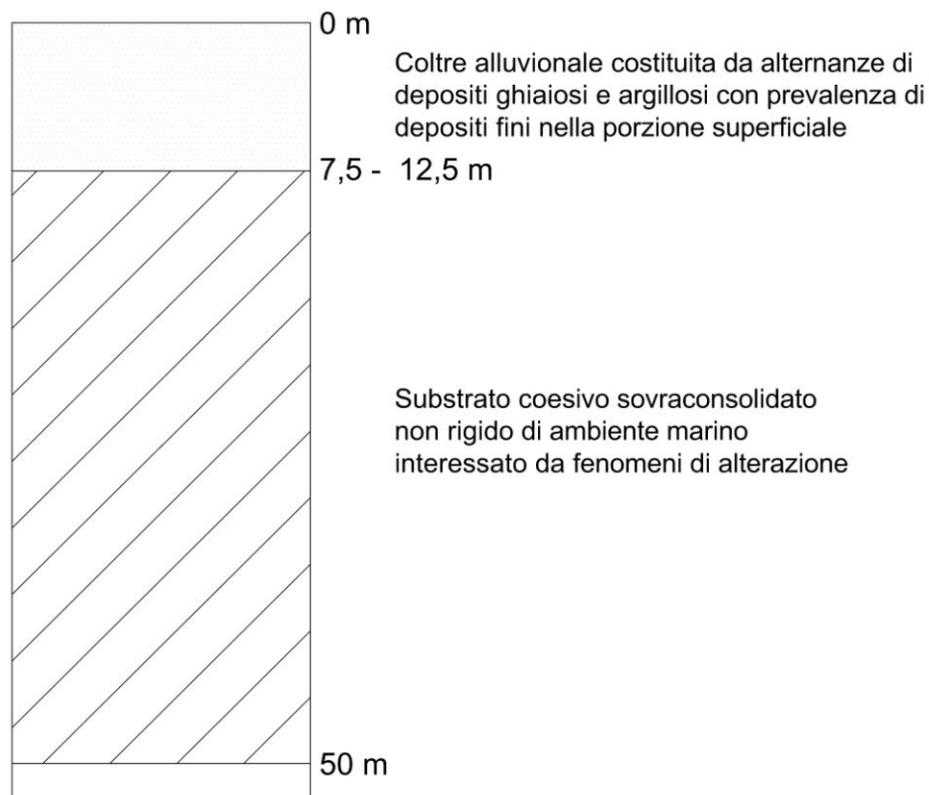


Figura n. 19 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 3 Cod. 2003

MOPS - ZONA 4 - Codice 2004

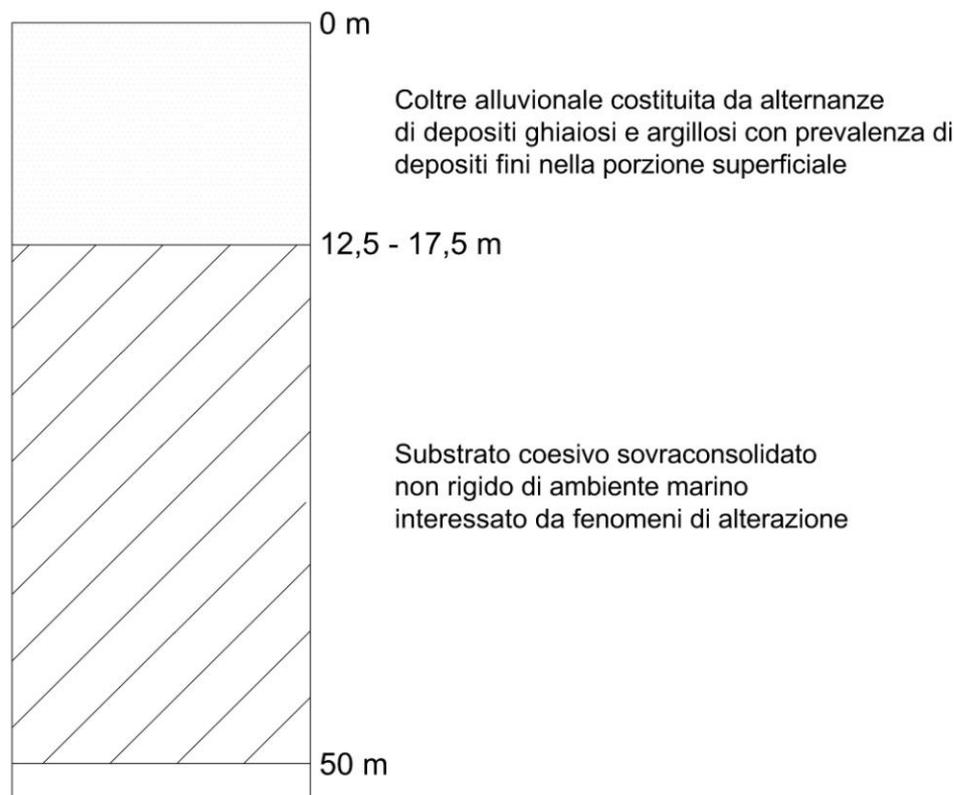


Figura n. 20 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 4 Cod. 2004

MOPS - ZONA 5 - Codice 2005

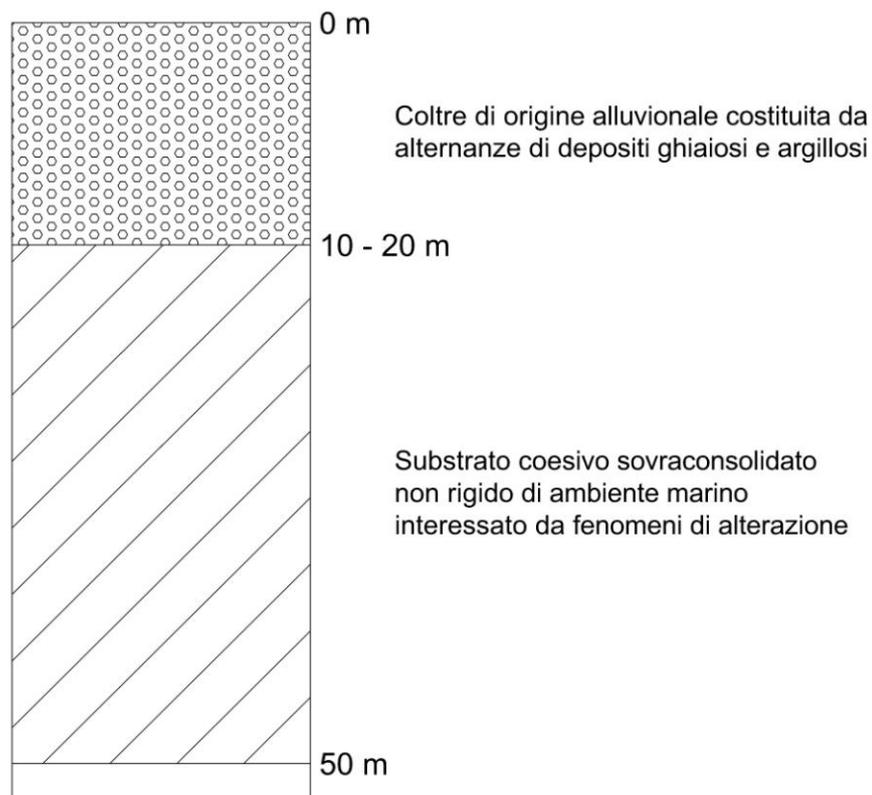


Figura n. 21 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 5 Cod. 2005

MOPS - ZONA 6 - Codice 2006

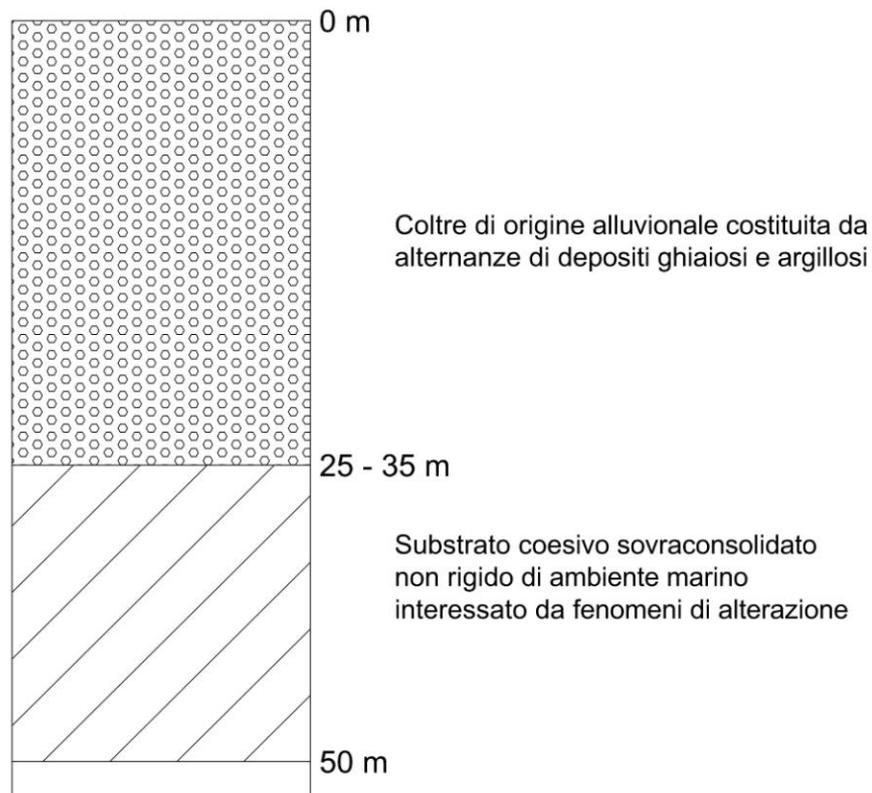


Figura n. 22 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 6 Cod. 2006

MOPS - ZONA 7 - Codice 2007

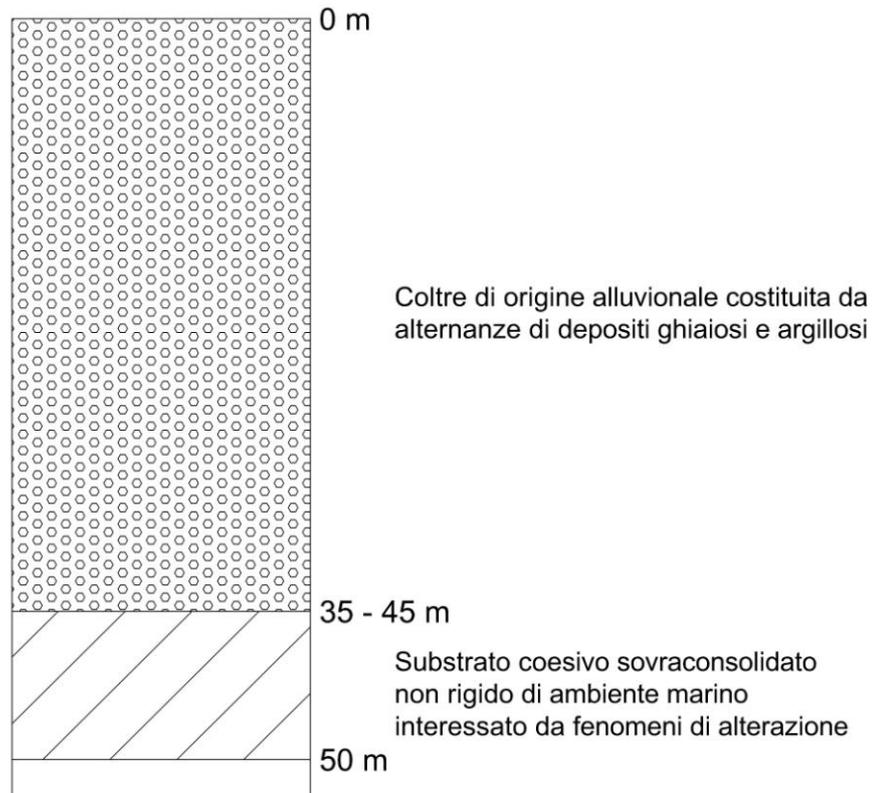


Figura n. 23 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 7 Cod. 2007

MOPS - ZONA 8 - Codice 2008 - ZALQ

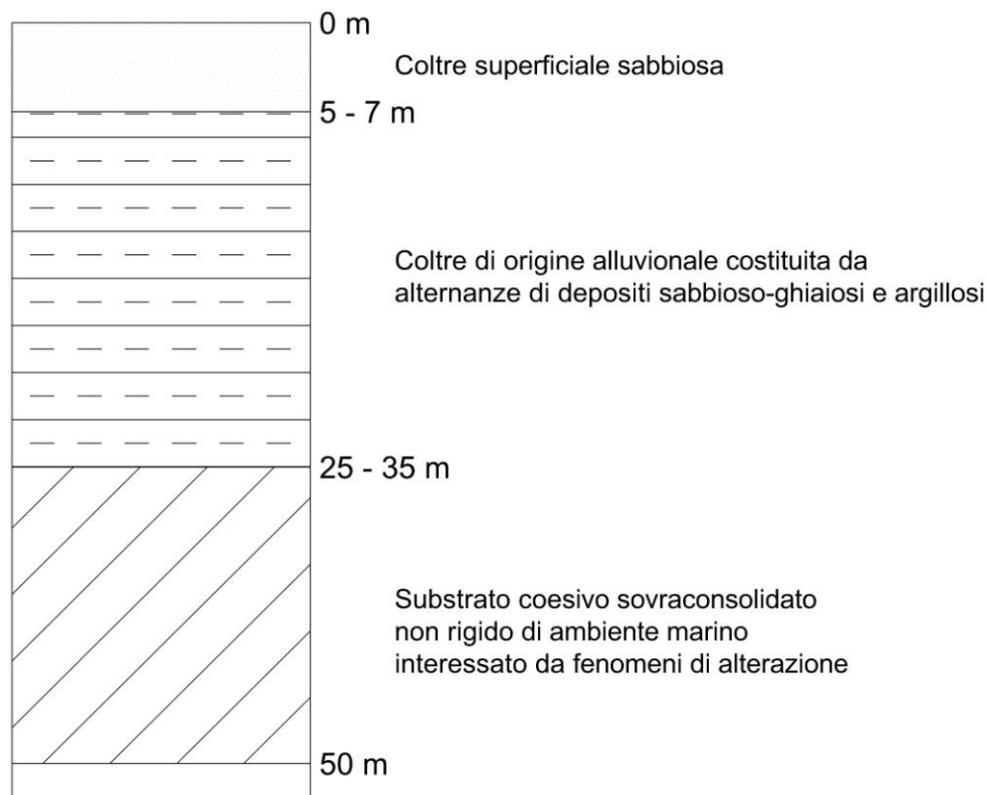


Figura n. 24 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 8 Cod. 2008

MOPS - ZONA 9 - Codice 2009 - ZALQ

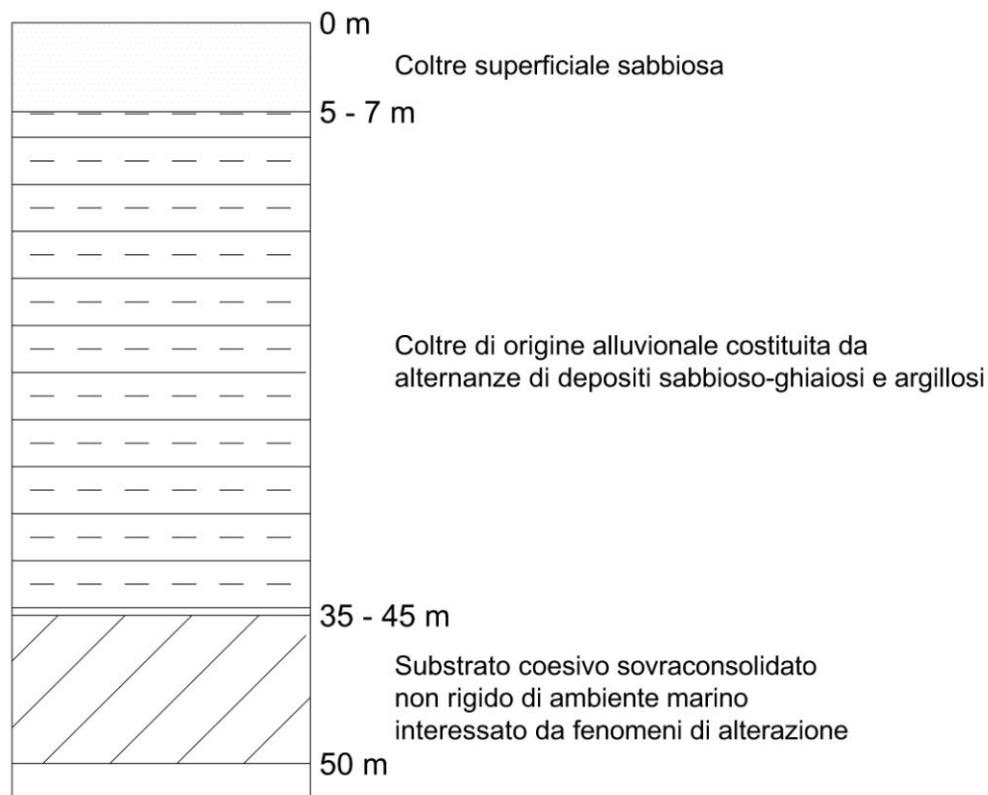


Figura n. 25 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 9 Cod. 2009

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

MOPS - Zona 10 - Codice 2010 - ZAFR

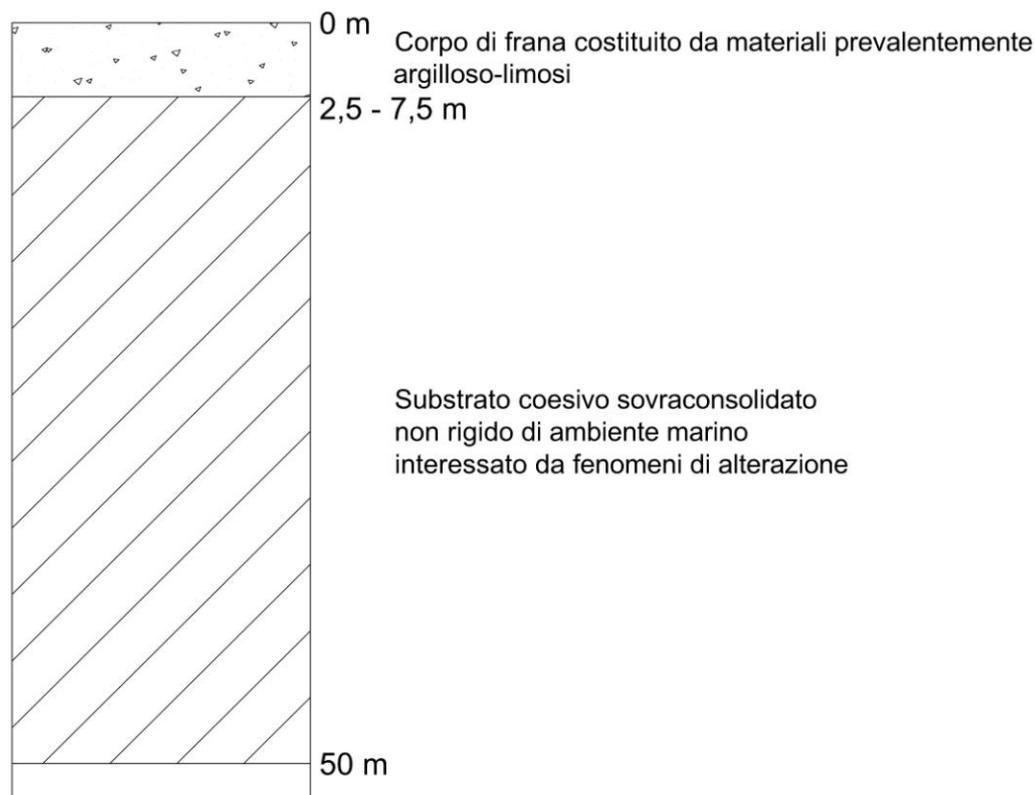


Figura n. 26 - Colonna stratigrafica sintetica rappresentante la MOPS: ZONA 10 Cod. 2010

7.5. CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S

Nella **Carta delle velocità delle onde di taglio S** in scala 1:10.000 del territorio del Comune di Misano Adriatico sono indicate:

- MASW o Re.Mi., con indicato il valore di V_{S30} e/o V_{SH} in m/s;
- Down Hole, con indicato il valore di V_{S30} e/o V_{SH} in m/s;
- ESAC, con indicato il valore di V_{S30} e/o V_{SH} in m/s;
- Interpretazioni misure dei microtremori a stazione singola, con indicato il valore di V_{S30} e/o V_{SH} in m/s;
- Confine comunale;
- Aree oggetto di microzonazione.

7.6. CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA

Nelle seguenti tavole, conclusive del presente studio:

- **Carta di microzonazione sismica - FA_{PGA}** (scala 1:10.000)
- **Carta di microzonazione sismica - $FA_{IS 0,1 - 0,5 s}$** (scala 1:10.000)
- **Carta di microzonazione sismica - $FA_{IS 0,5 - 1,0 s}$** (scala 1:10.000)

sono riportati i seguenti elementi:

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	41 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

- Zone di attenzione per instabilità (per liquefazioni le zone 8 e 9, per instabilità di versante la zona 10);
- Confine comunale;
- Aree oggetto di microzonazione.

In esse viene raffigurata la stima dell'amplificazione effettuata tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule), possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

L'amplificazione è stata quantificata in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA0) e di rapporto di Intensità Spettrale o di Housner (SI/SI0) per prefissati intervalli di periodi ($0.1s < T0 < 0.5s$ e $0.5s < T0 < 1.0s$), dove PGA0 e SI0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

I valori dei fattori di Amplificazione sono stati ricavati dalle tabelle allegate alla DGR n. 2193/2015 della Regione Emilia-Romagna, in cui vengono distinti due ambienti geo-litologici omogenei principali relativi a:

- 1) zona collinare e montana (Appennino);
- 2) pianura e zona costiera che comprende anche il settore di transizione Appennino-Pianura (Margine).

La scelta dell'abaco per la stima è stata effettuata sulla base delle caratteristiche sismo stratigrafiche del sottosuolo, in particolare della profondità del substrato rigido che, nel Comune di Misano Adriatico, è sempre stata assunta inferiore a 50 metri.

In figura 27 sono rappresentate le Zone oggetto del presente studio, distinte sulla base delle tabelle utilizzate per l'attribuzione dei fattori di amplificazione.

Per quanto riguarda la Zona 1, caratterizzata dall'affioramento del substrato geologico costituito dalle Argille Azzurre, sono state impiegate le tabelle "Appennino" degli indirizzi regionali riferite alla presenza di substrato affiorante non rigido con $Vs \ll 800$ m/s (tabella n. 4).

Per le restanti Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali da 2 a 7 e le Zone di attenzione per instabilità da 8 a 10, sono state impiegate le tabelle degli indirizzi regionali denominate "Appennino", riferite alla presenza di substrato non rigido ($Vs \ll 800$ m/s) con sovrastanti depositi di copertura con spessore maggiore di 2,5 metri (tabella n. 5).

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	42 di 46

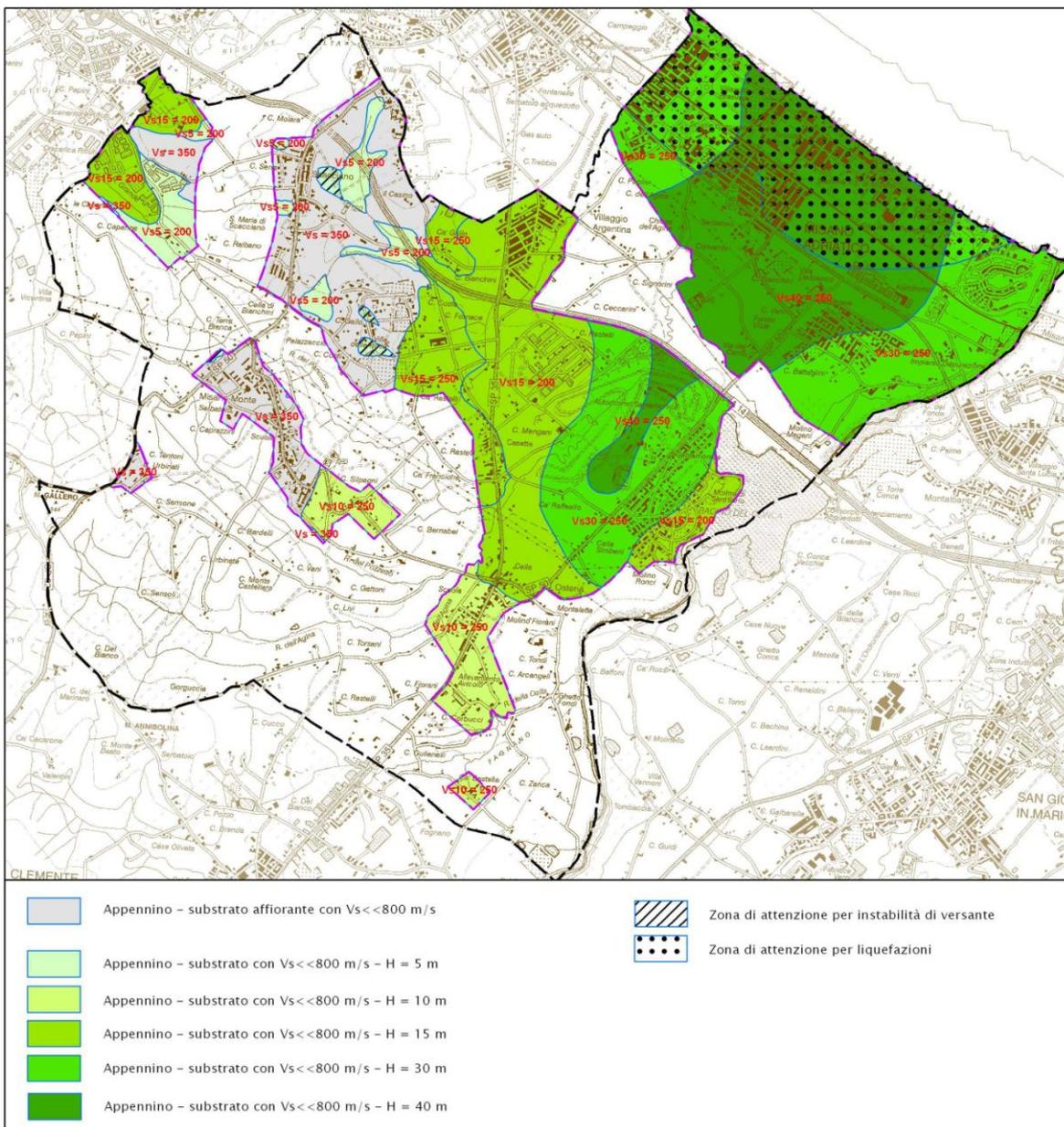


Figura n. 27 - Caratteristiche delle microzone per l'utilizzo delle tabelle allegate alla DGR n. 2193/2015

TABELLA N. 4 - TABELLA DA UTILIZZARE PER LA STIMA DI F.A., IN TERMINI DI RAPPORTO DI ACCELERAZIONE MASSIMA ORIZZONTALE (PGA/PGA0) E INTENSITÀ DI HOUSNER (SI/SI0), NEL CASO DI SUBSTRATO MARINO NON RIGIDO ($V_S < 800$ M/S) AFFIORANTE (DA ALLEGATO 2 DEGLI INDIRIZZI REGIONALI)

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
F.A. PGA					1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1
F.A. SI1					1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
F.A. SI2					1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3

Fattori di Amplificazione PGA, SI1 e SI2

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

TABELLA N. 5 - TABELLE DA UTILIZZARE PER LA STIMA DI F.A., IN TERMINI DI RAPPORTO DI ACCELERAZIONE MASSIMA ORIZZONTALE (PGA/PGA0) E INTENSITÀ DI HOUSNER (SI/SI0), NEL CASO DI SUBSTRATO MARINO NON RIGIDO ($V_S \ll 800$ M/S) CON SOVRASTANTI DEPOSITI DI COPERTURA MAGGIORI DI 2,5 METRI (DA ALLEGATO 2 DEGLI INDIRIZZI REGIONALI)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.3	2.0	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	
10	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	
15	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	
20	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	
25	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
30		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
35		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
40		2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2

Fattori di Amplificazione PGA. Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.1	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.7	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	
20	2.6	2.6	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	
25	2.6	2.6	2.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	
30		2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	
35		2.4	2.4	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2
40		2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
50		2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione SI1 ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$). Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.3	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
20	2.9	2.6	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	
25	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	
30		3.3	2.7	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	
35		3.5	3.0	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1
40		3.5	3.2	2.6	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		3.3	3.3	3.0	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione SI2 ($0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$). Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	44 di 46

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

La tabella n. 6 riporta i Fattori di Amplificazione determinati secondo la DGR n. 2193/2015.

TABELLA N. 6 - FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DETERMINATI NEL II LIVELLO

MOPS	ZONA	TABELLA F.A.	VS	FORMAZIONE GEOLOGICA	FATTORI DI AMPLIFICAZIONE			NOTE
					PGA	IS 0,1-0,5 S	IS 0,5-1 S	
STAB	2001	Appennino - Substrato affiorante con Vs <<800 m/s	Vs30 = 350	Argille Azzurre	1,9	1,9	1,5	
	2002	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs5 = 200	Depositi versante	2	1,7	1,4	
	2003	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs10 = 250	AES7	2	1,9	1,4	
	2004	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs15 = 250	AES7	2,1	2,3	1,6	
	2005	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs15 = 200	AES8	2,2	2,6	1,9	
	2006	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs30 = 250	AES8	2,1	2,4	2,7	
	2007	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs40 = 250	AES8	2	2,2	3,2	
INSTAB	2008	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs30 = 250	AES8	2,1	2,4	2,7	Liquefazione
	2009	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs40 = 250	AES8	2	2,2	3,2	Liquefazione
	2010	Appennino - Substrato con Vs <<800 m/s	Vs5 = 200	Depositi di frana	2	1,7	1,4	Instabilità di versante

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI MISANO ADRIATICO (RN) Studio di microzonazione sismica	Secondo

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel presente studio di Microzonazione Sismica, concernente il Comune di Misano Adriatico (territorio urbanizzato e urbanizzabile), sono stati acquisiti tutti i dati bibliografici e di archivio disponibili, sono stati condotti puntuali rilievi sul territorio ed è stata analizzata la cartografia geologica e geomorfologica fruibile. In seguito, tenendo conto dell'insieme degli elementi acquisiti, è stata predisposta ed eseguita un'attenta campagna di rilievi integrativi e di controllo. A conclusione dello studio sono stati predisposti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle indagini (scala 1:10.000);
- Carta geologico-tecnica (scala 1:10.000);
- Carta delle frequenze naturali dei terreni (scala 1:10.000);
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (scala 1:10.000);
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (scala 1:10.000);
- Carta di microzonazione sismica - FA_{PGA} (scala 1:10.000);
- Carta di microzonazione sismica - FA_{IS 0,1 - 0,5 s} (scala 1:10.000);
- Carta di microzonazione sismica - FA_{IS 0,5 - 1,0 s} (scala 1:10.000).

Il presente studio di secondo livello ha individuato zone di attenzione per instabilità per liquefazioni e per instabilità di versante, meritevoli di approfondimenti di terzo livello.

Forlì, 20 marzo 2018

 ANTONIAZZI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE GEOLOGI ALBERTO E ALDO ANTONIAZZI	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Marzo 2018	0	46 di 46