

sulla base di criteri geologici (spessori fortemente variabili delle coperture). Se i fattori FA calcolati mostravano uno scarto $< 0,2$ sono invece stati applicati i più cautelativi.

Si ricorda che tali fattori si applicano alla pianificazione del territorio e possono fornire elementi di supporto alle valutazioni che il progettista responsabile degli interventi sui manufatti deve comunque fare sotto la sua esclusiva responsabilità, anche indipendentemente dai risultati della Microzonazione Sismica di Livello 3.

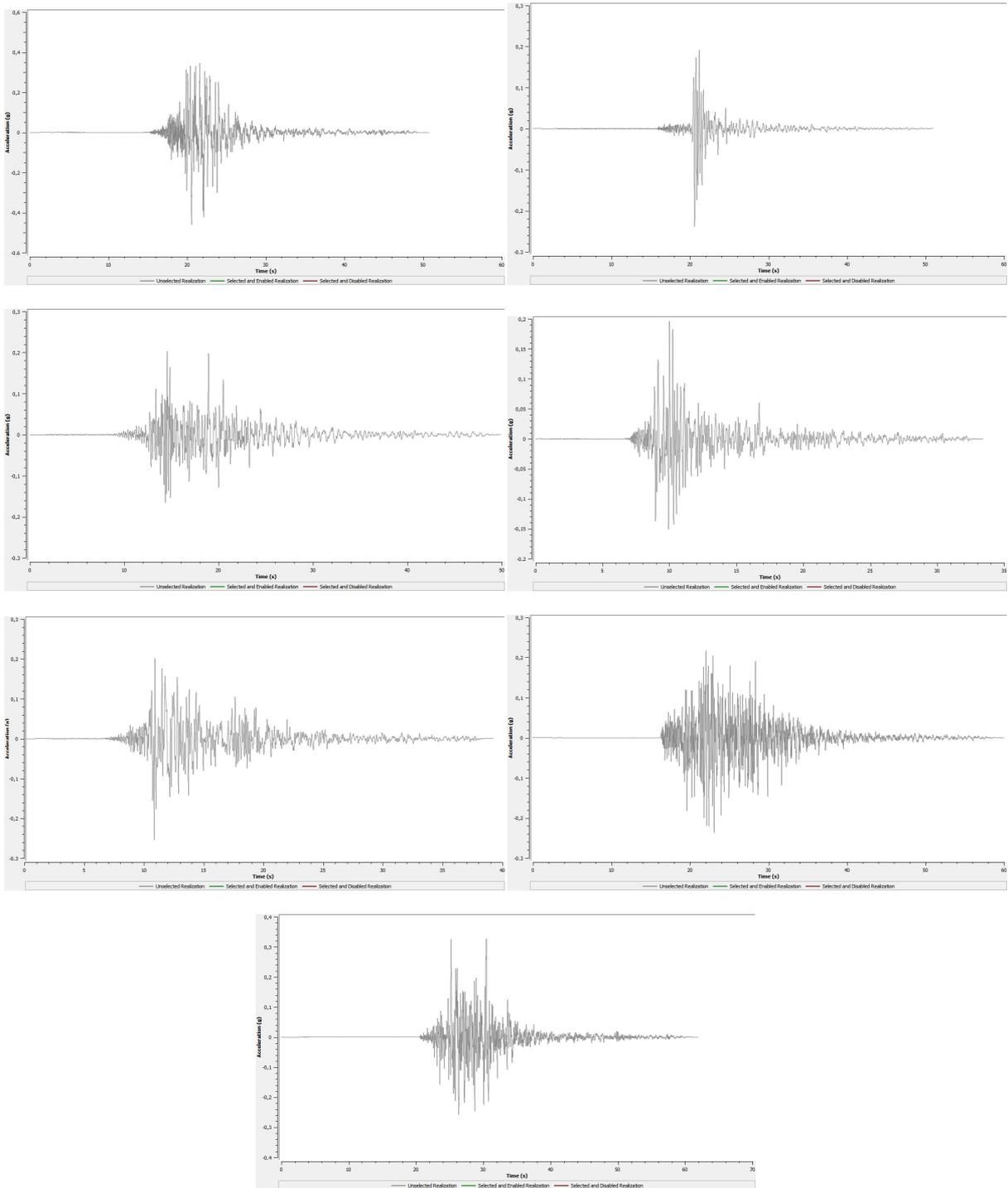
I coefficienti sono stati applicati esclusivamente ad aree comprese nel settore oggetto di studio di Livello 3. Non sono stati invece applicati fattori FA alle aree instabili.

Vengono di seguito mostrati in forma grafica tutti gli accelerogrammi calcolati in superficie prodotti (n. 7 per ogni microzona) e tutti gli spettri di risposta elastici al 5% di smorzamento in superficie (7 per ogni microzona).

Per quanto riguarda la descrizione dei fattori di amplificazione FA, si è proceduto già nel capitolo 7.1.3. Alla fine del paragrafo si allega una tabella che riassume i valori di Vs30 per ogni microzona associando la categoria di sottosuolo secondo la tabella 3.2.11 delle N.T.C. del 2008, che permette in maniera semplificata di individuare delle categorie di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2099 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

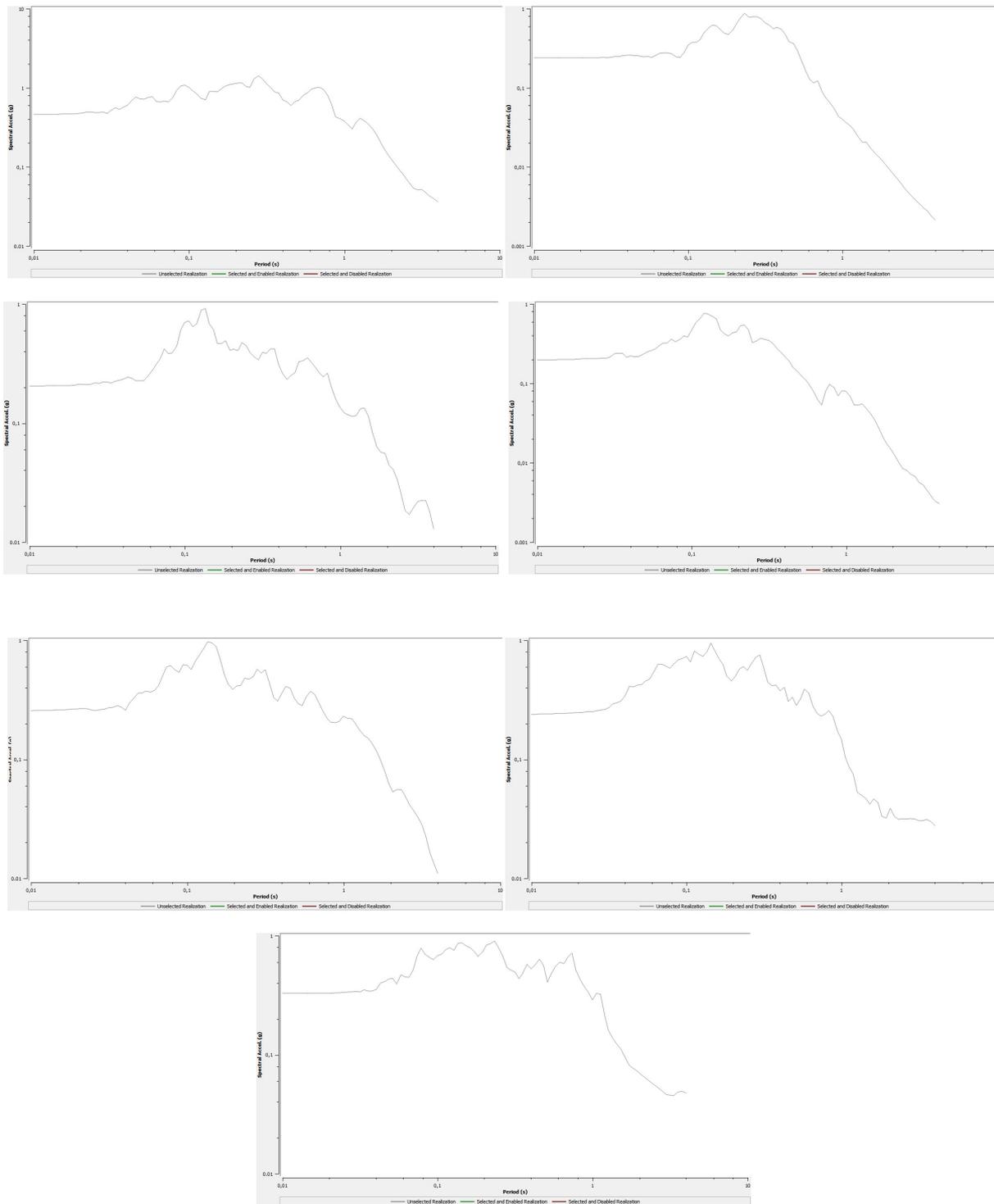


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2099 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

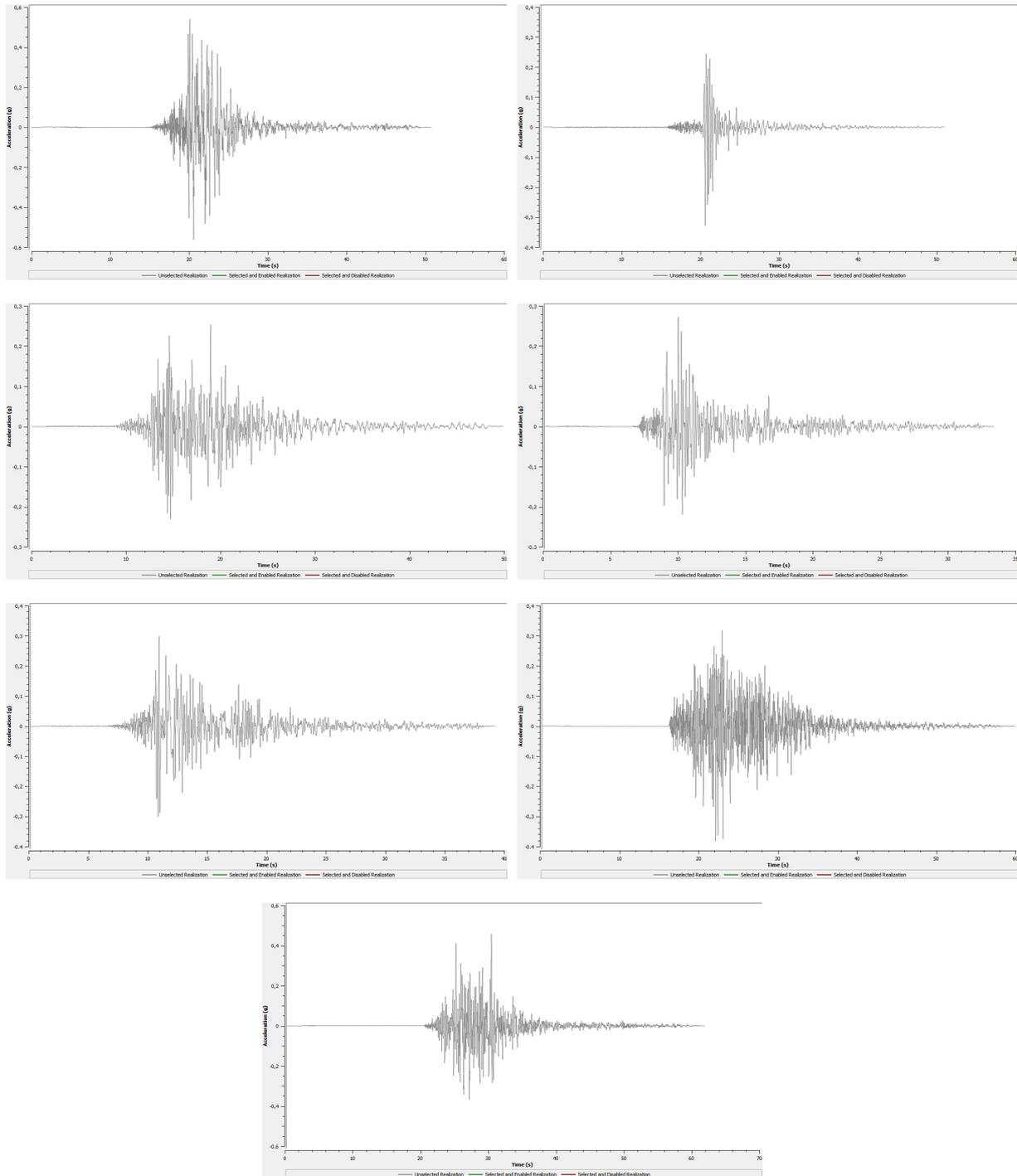


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

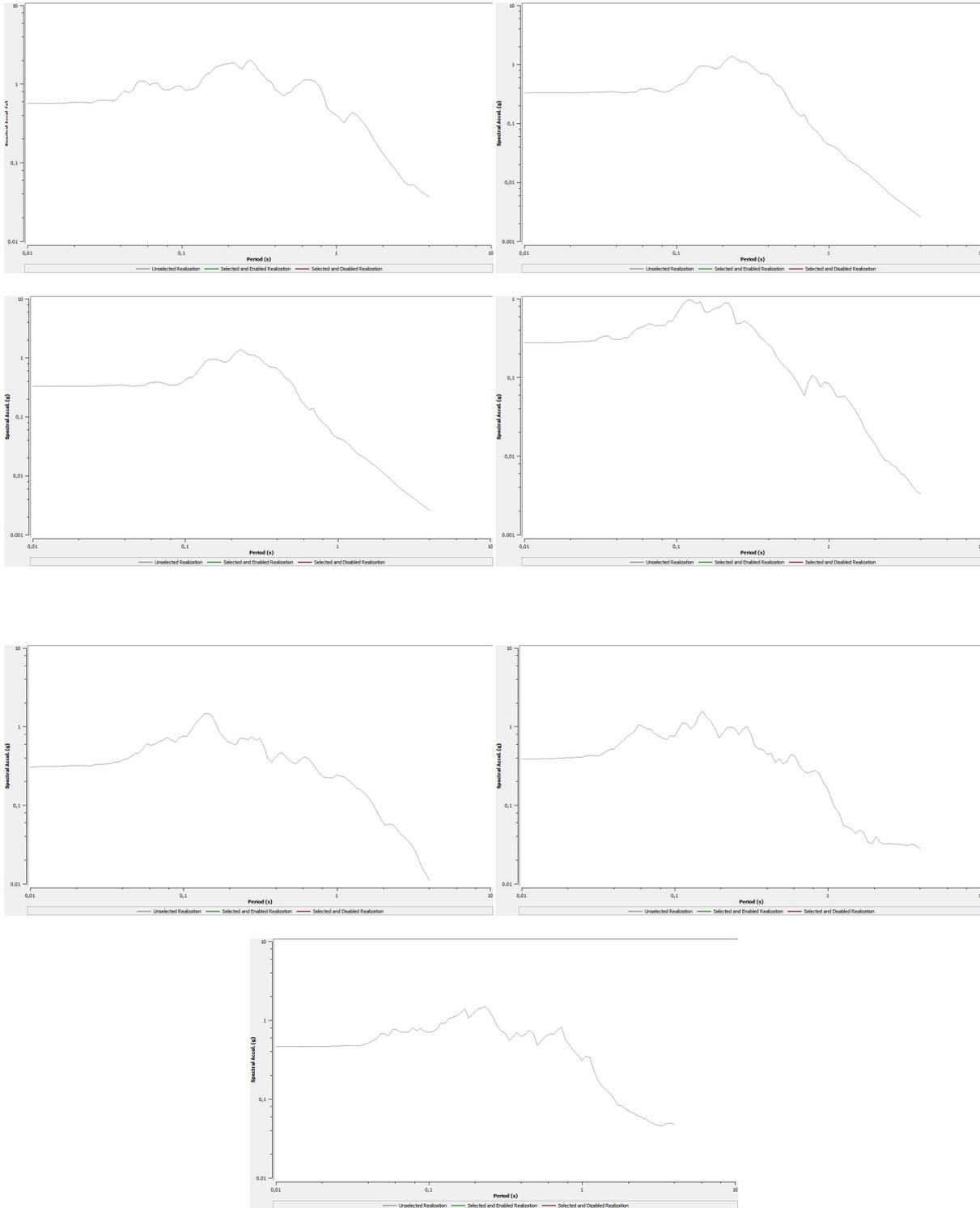
MOPS 2003 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE



Dott. Geol. Mauro Cataldi



MOPS 2003 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

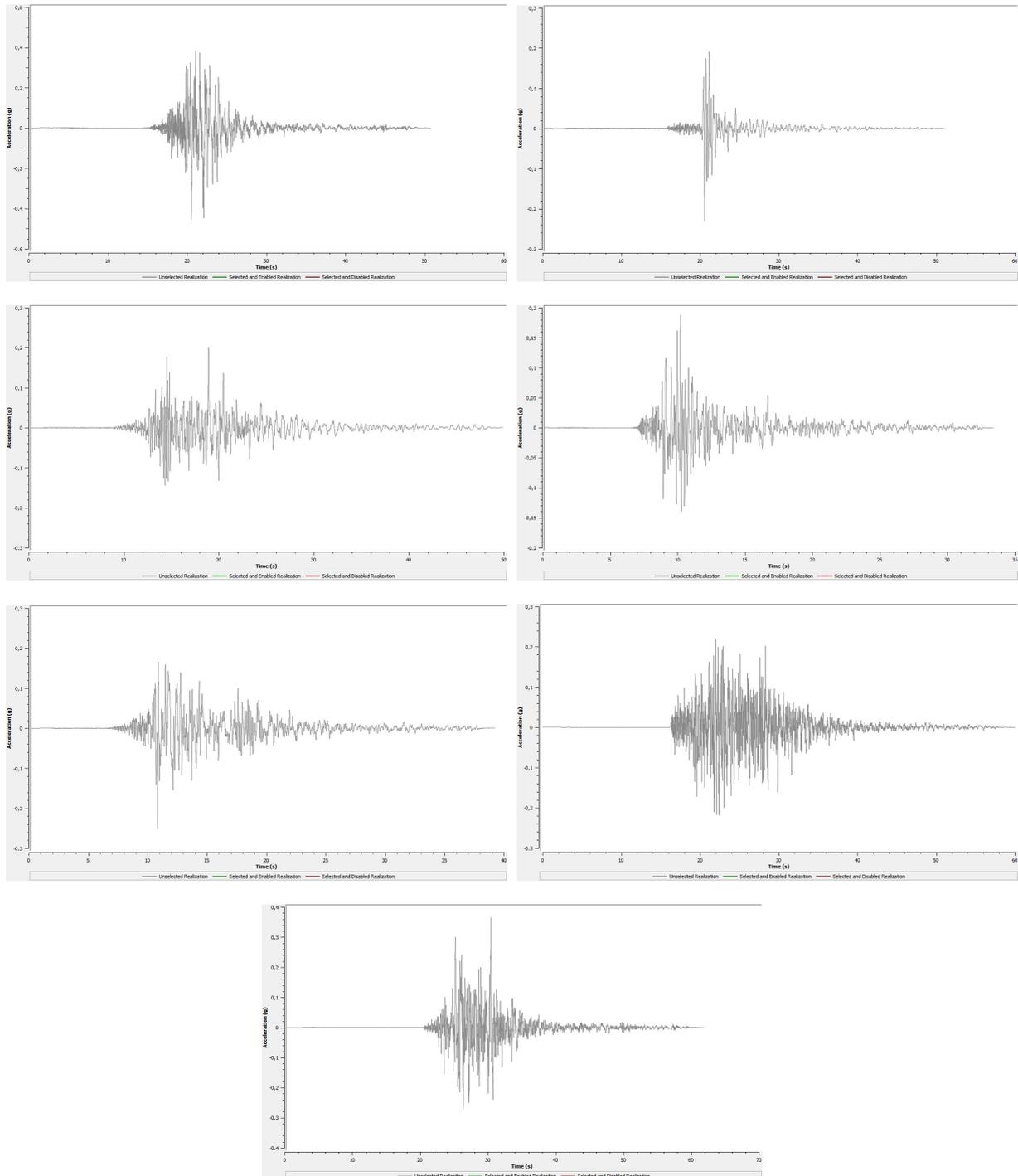


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2004 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

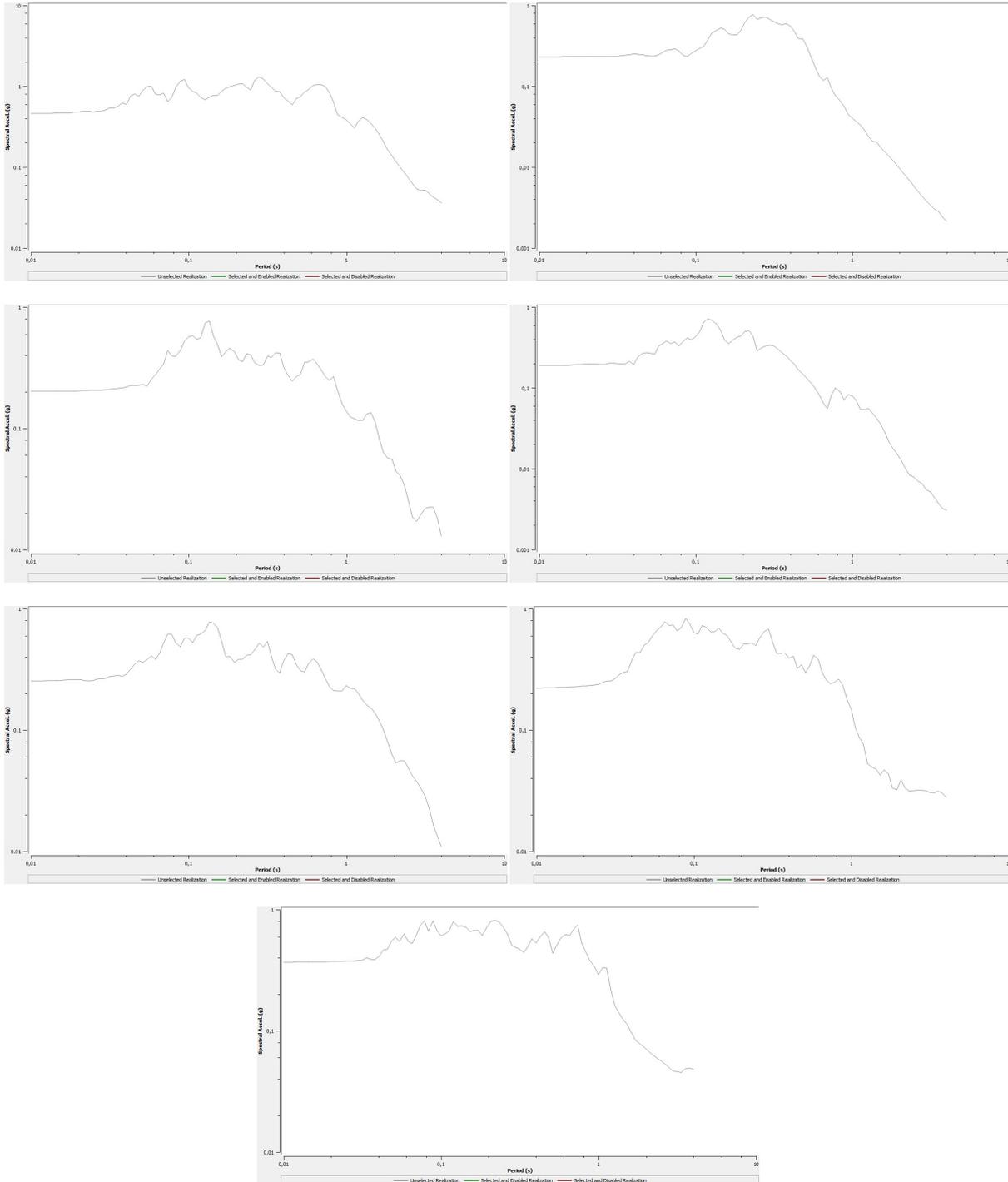


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2004 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

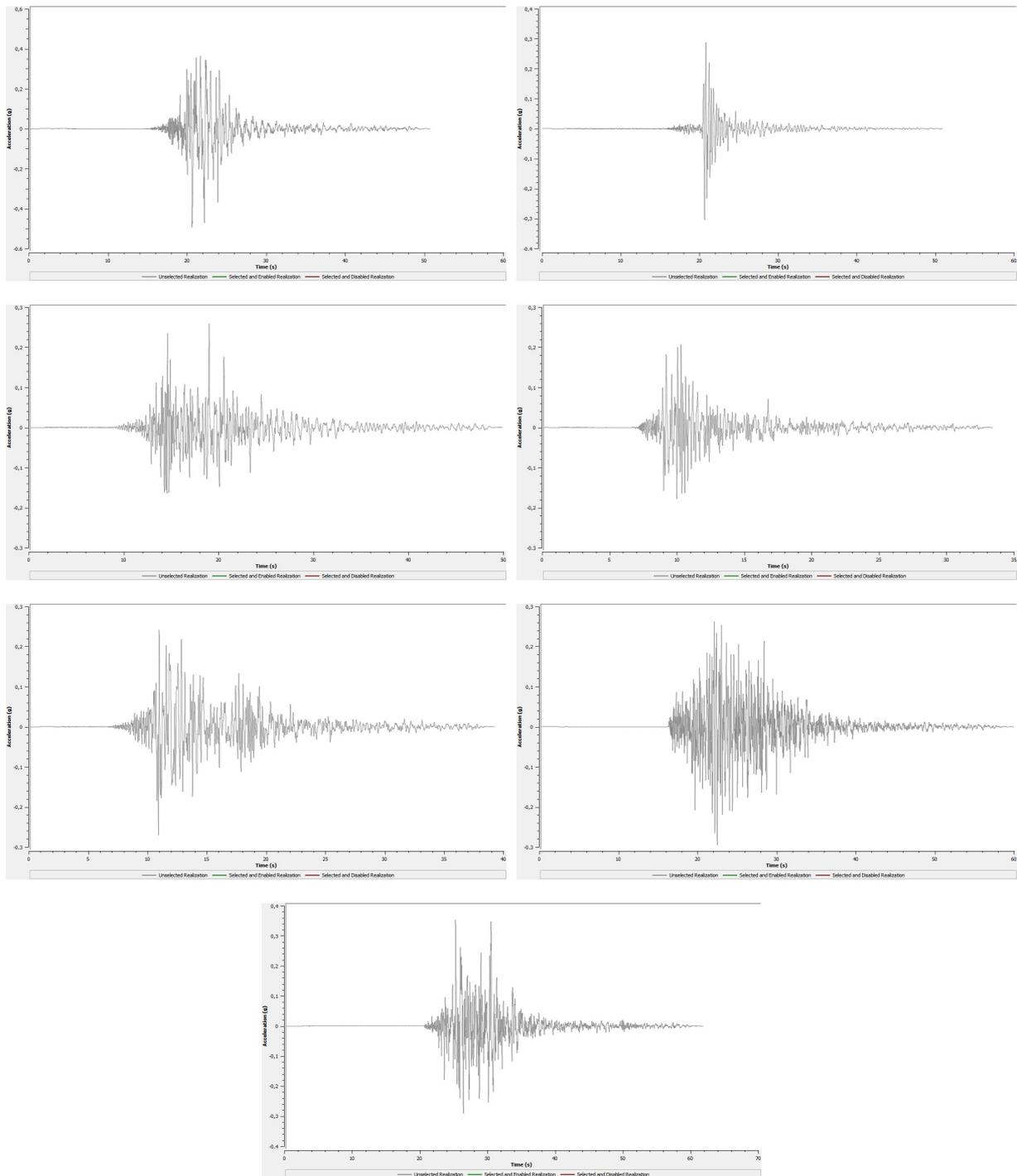


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2005 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

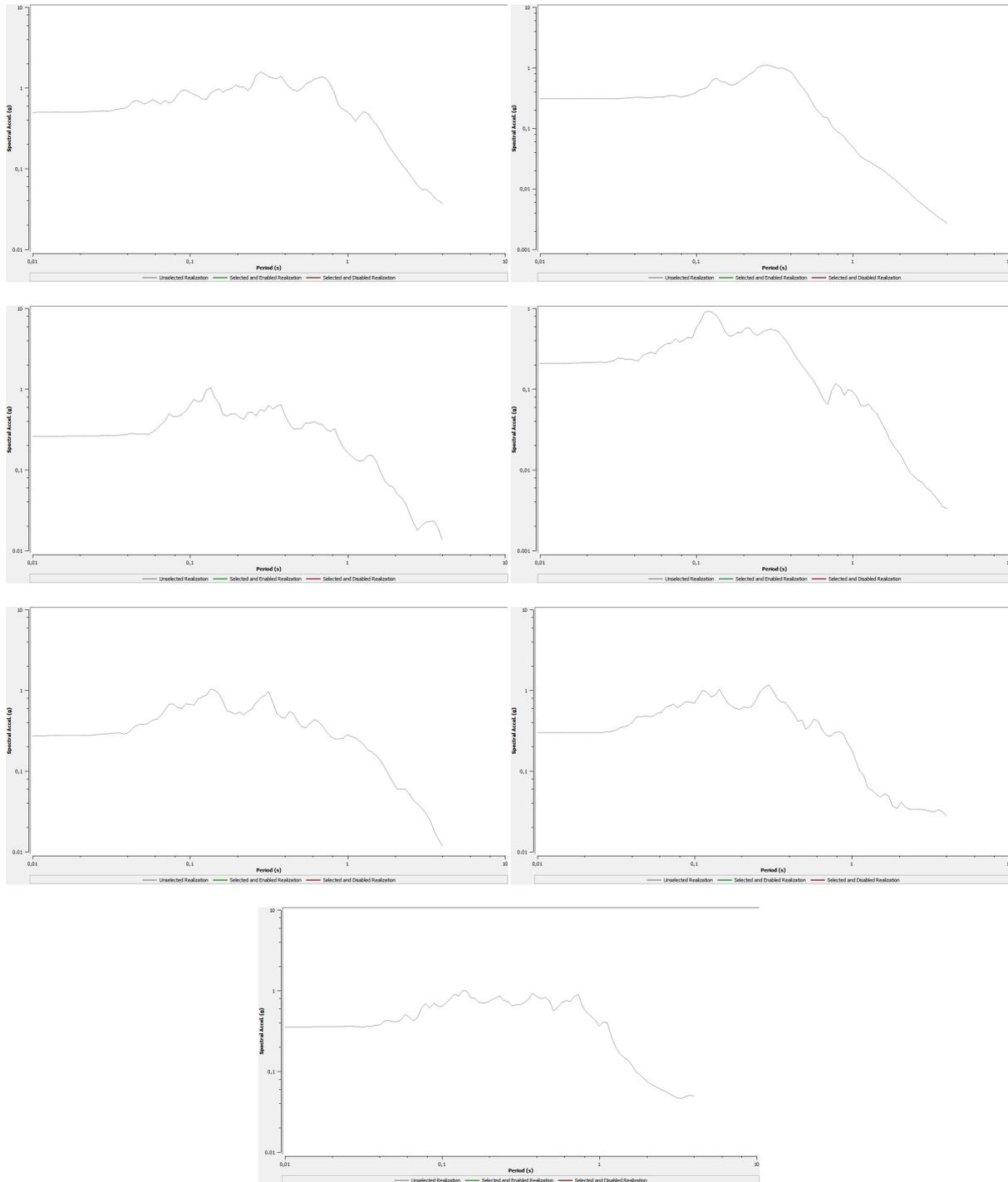


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2005 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

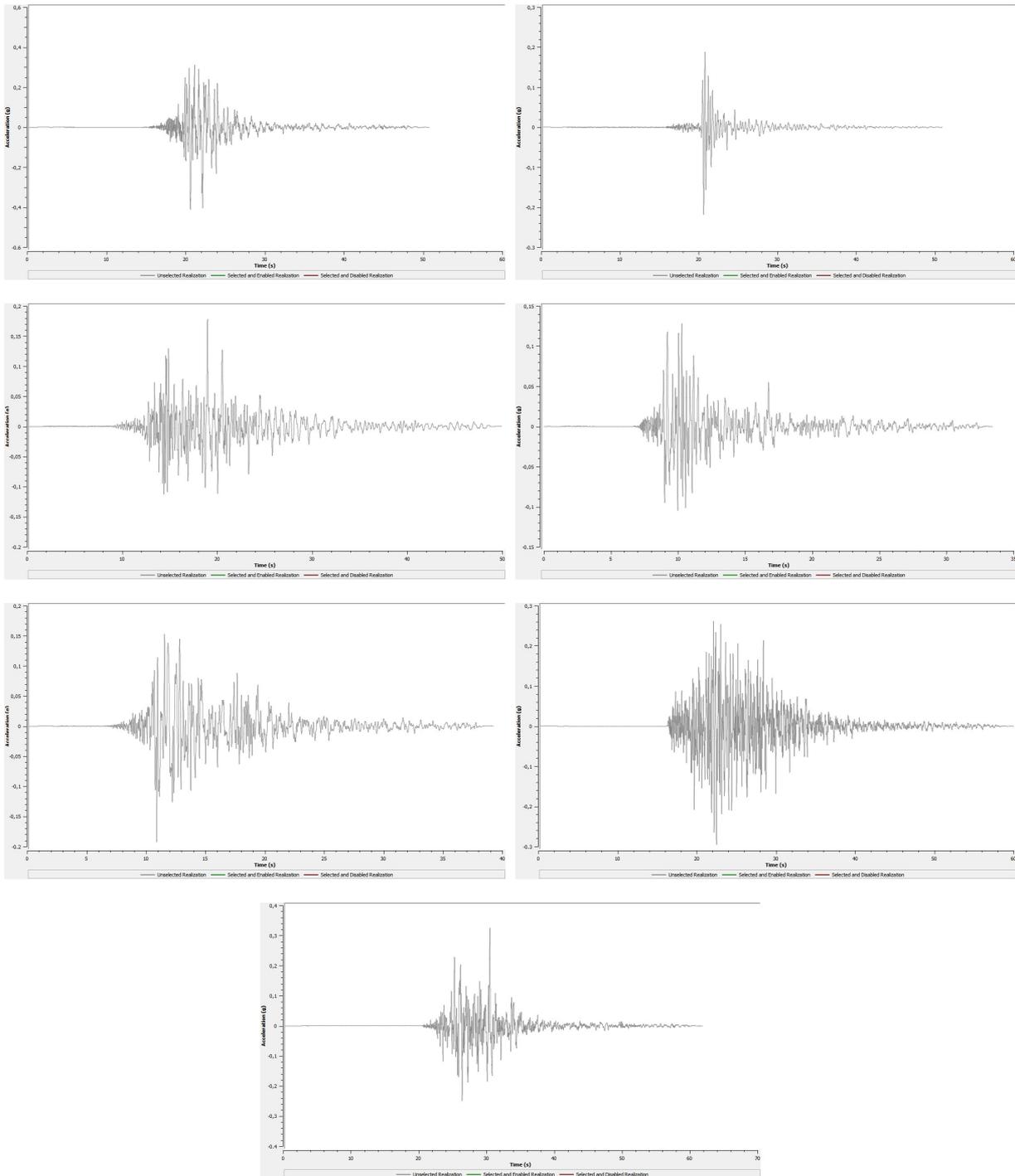


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2006 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

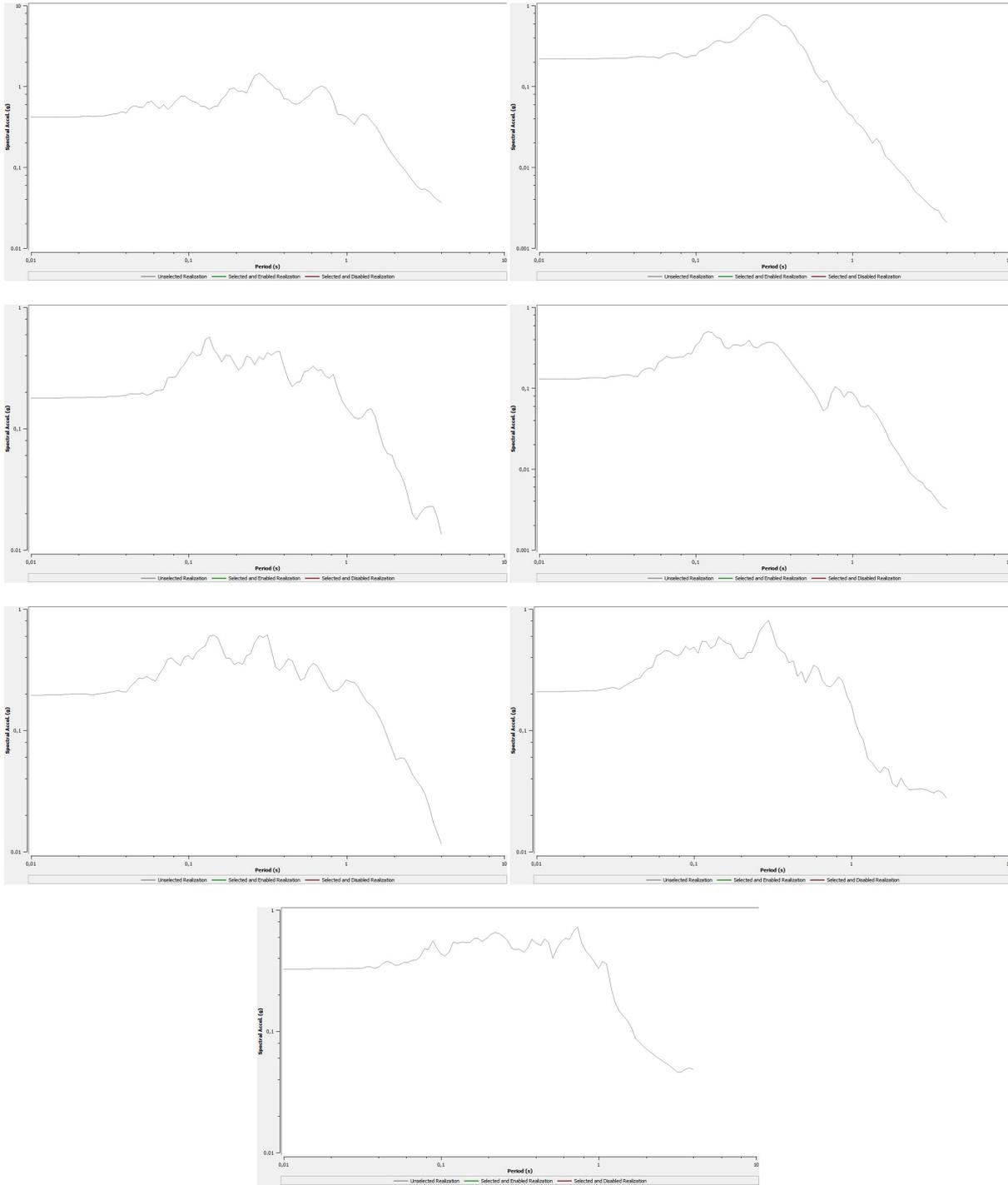


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2006 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

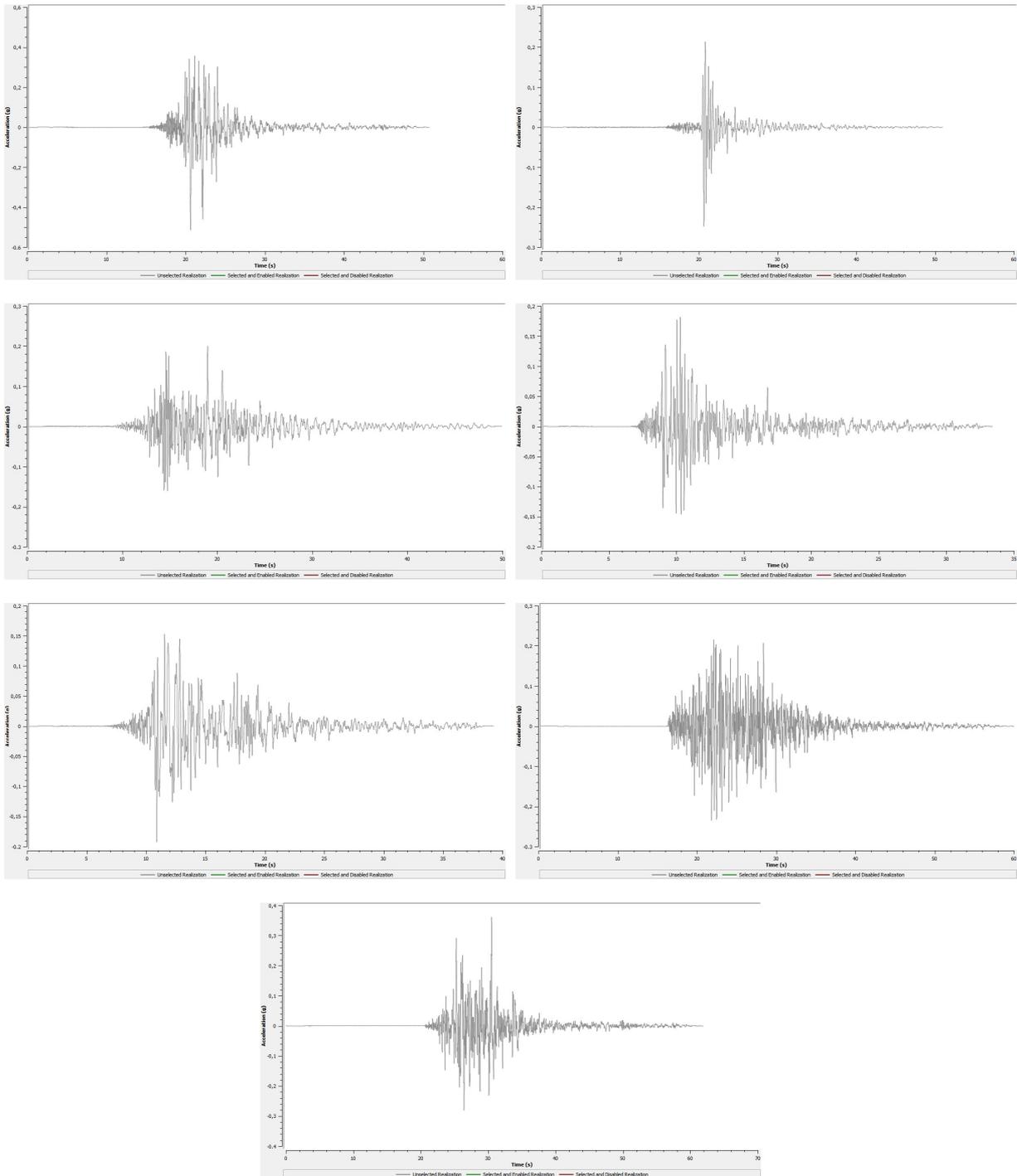


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldara
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2007 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

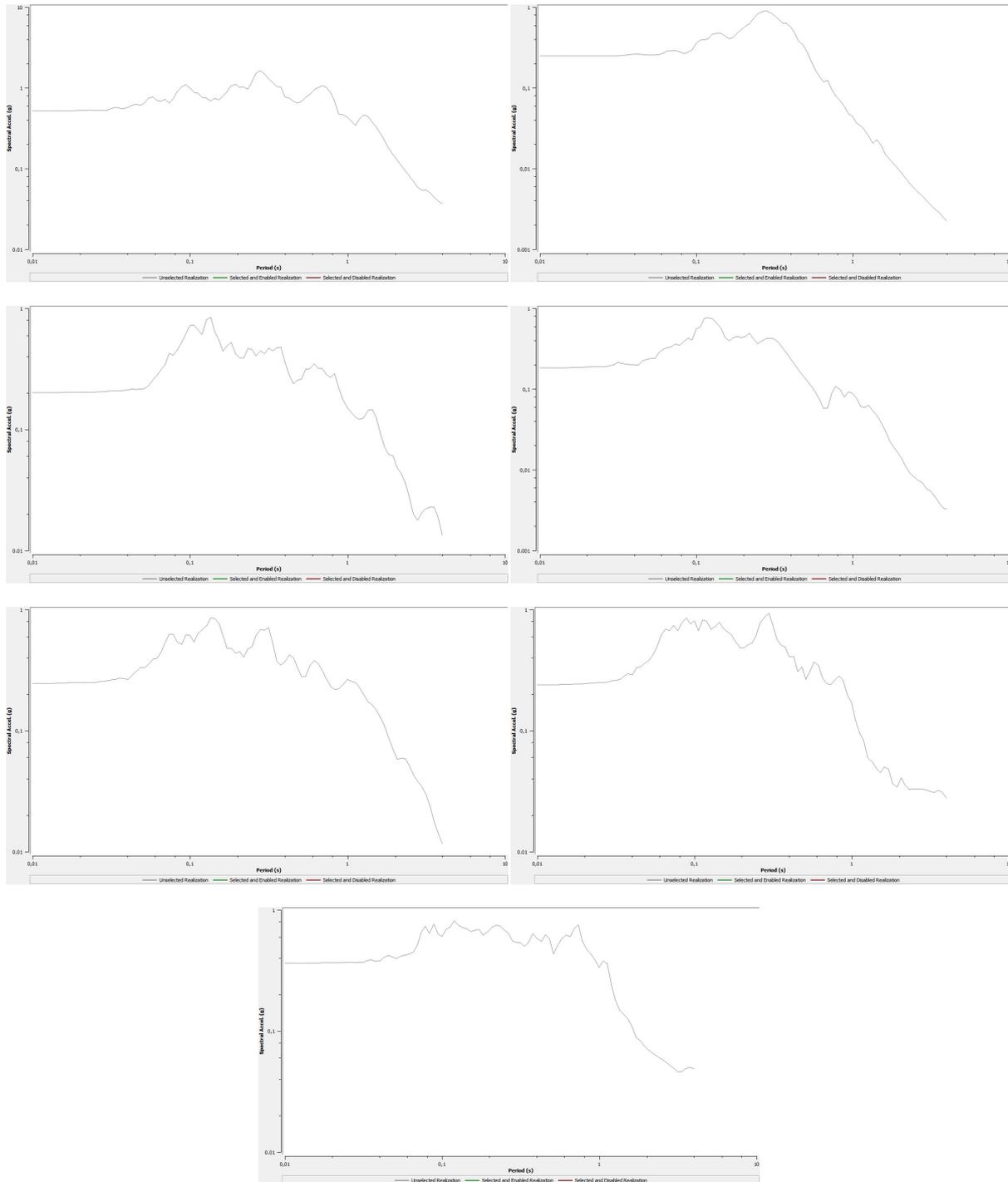


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2007 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

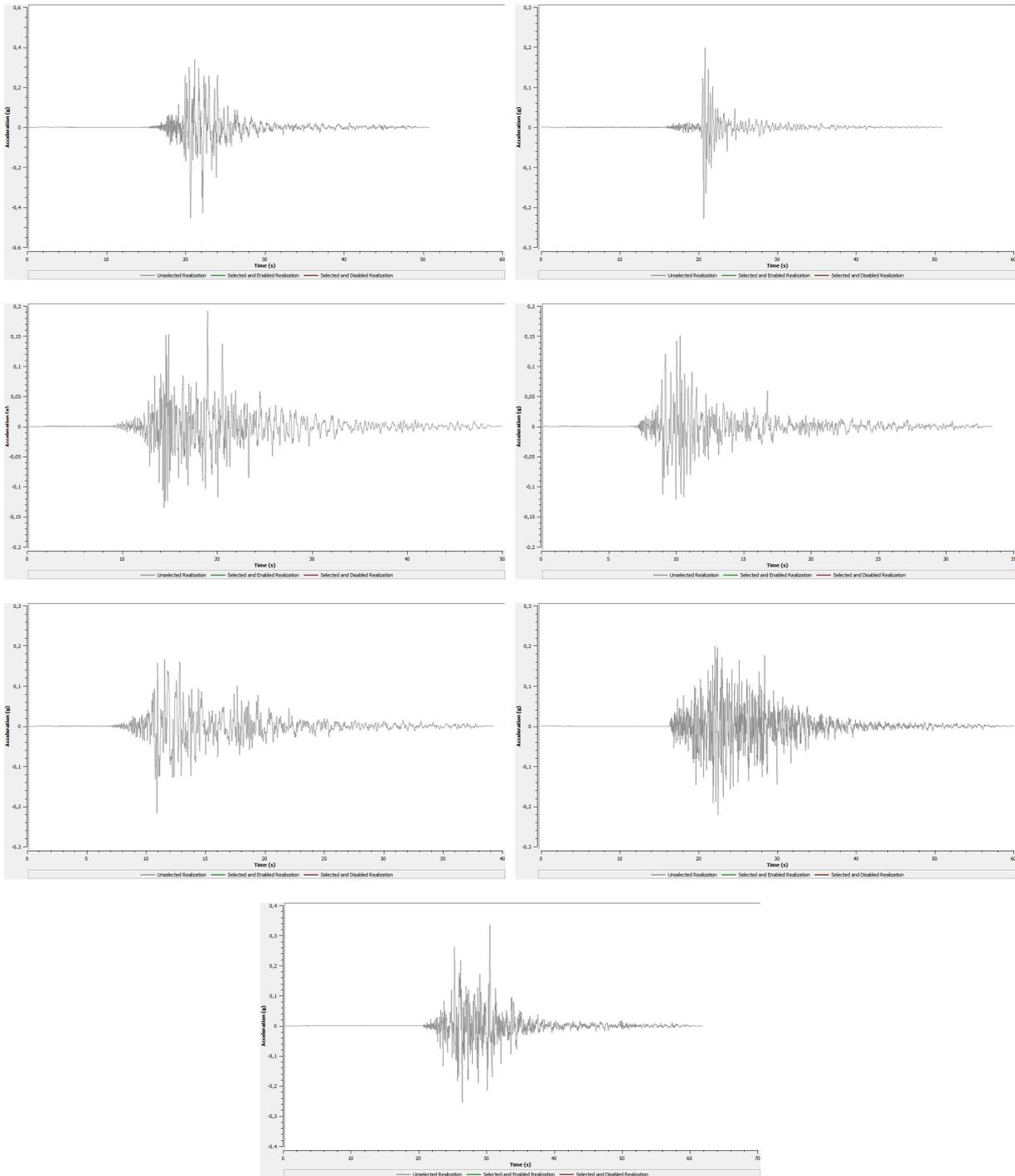


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2008 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

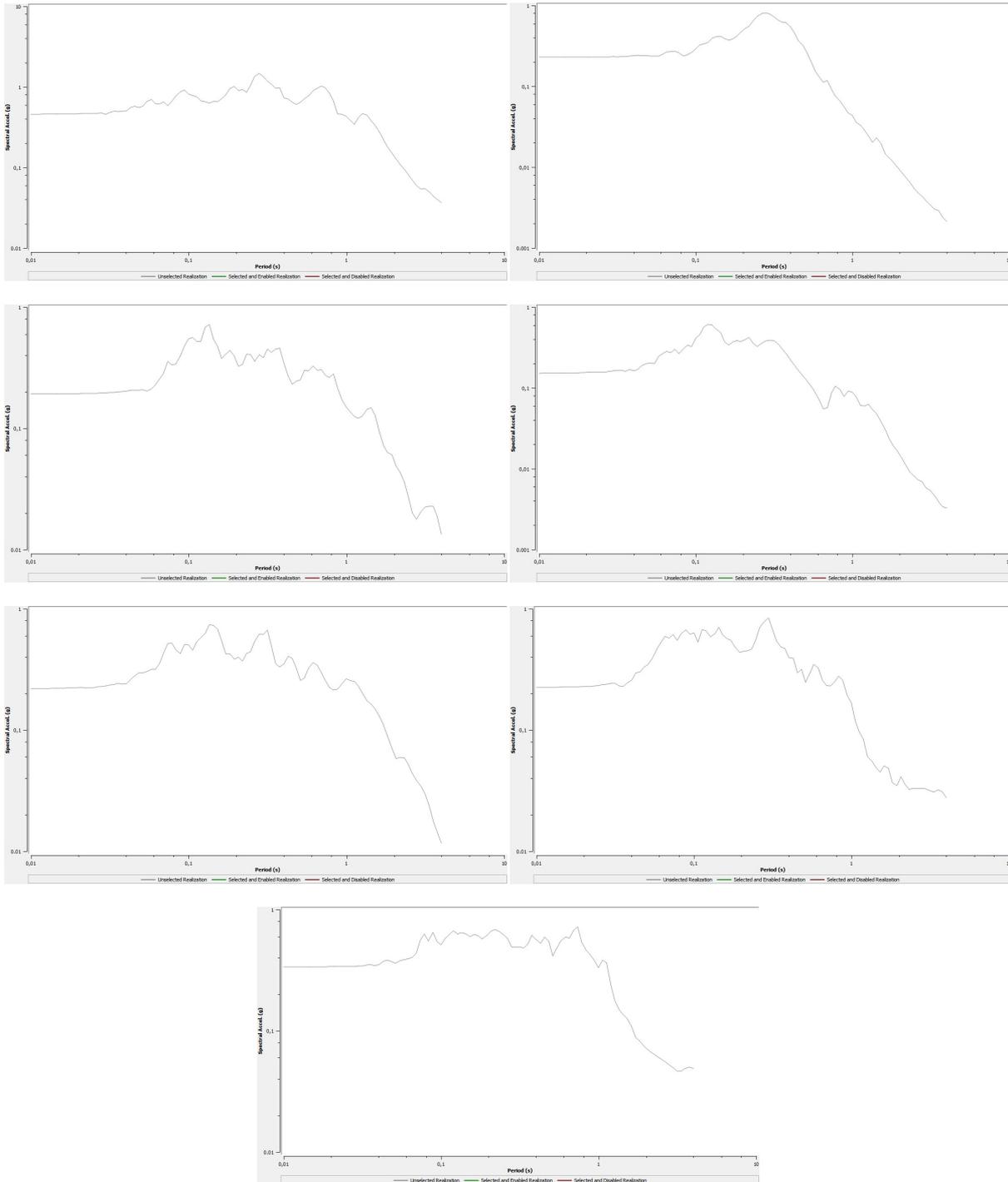


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2008 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

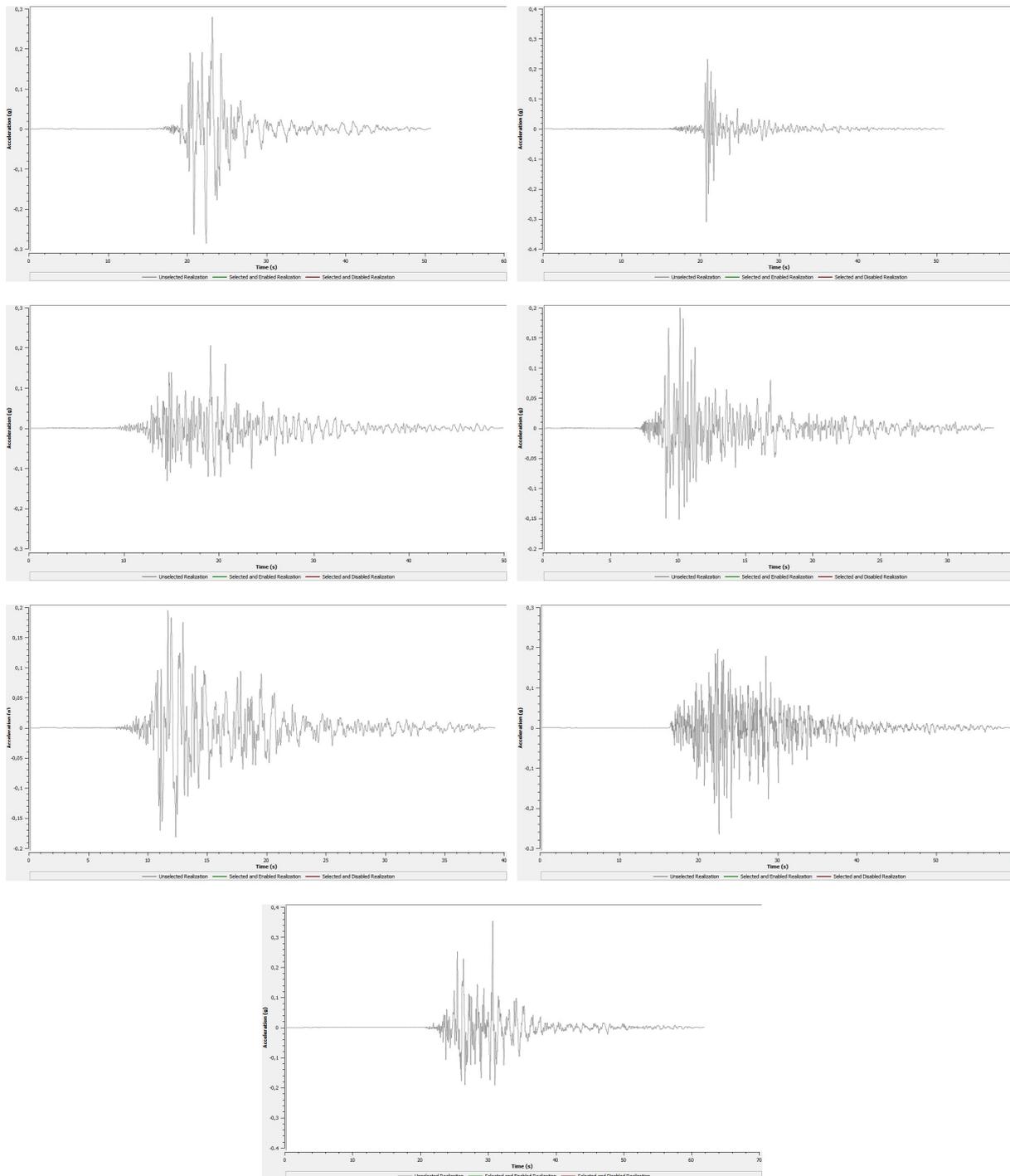


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2009 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

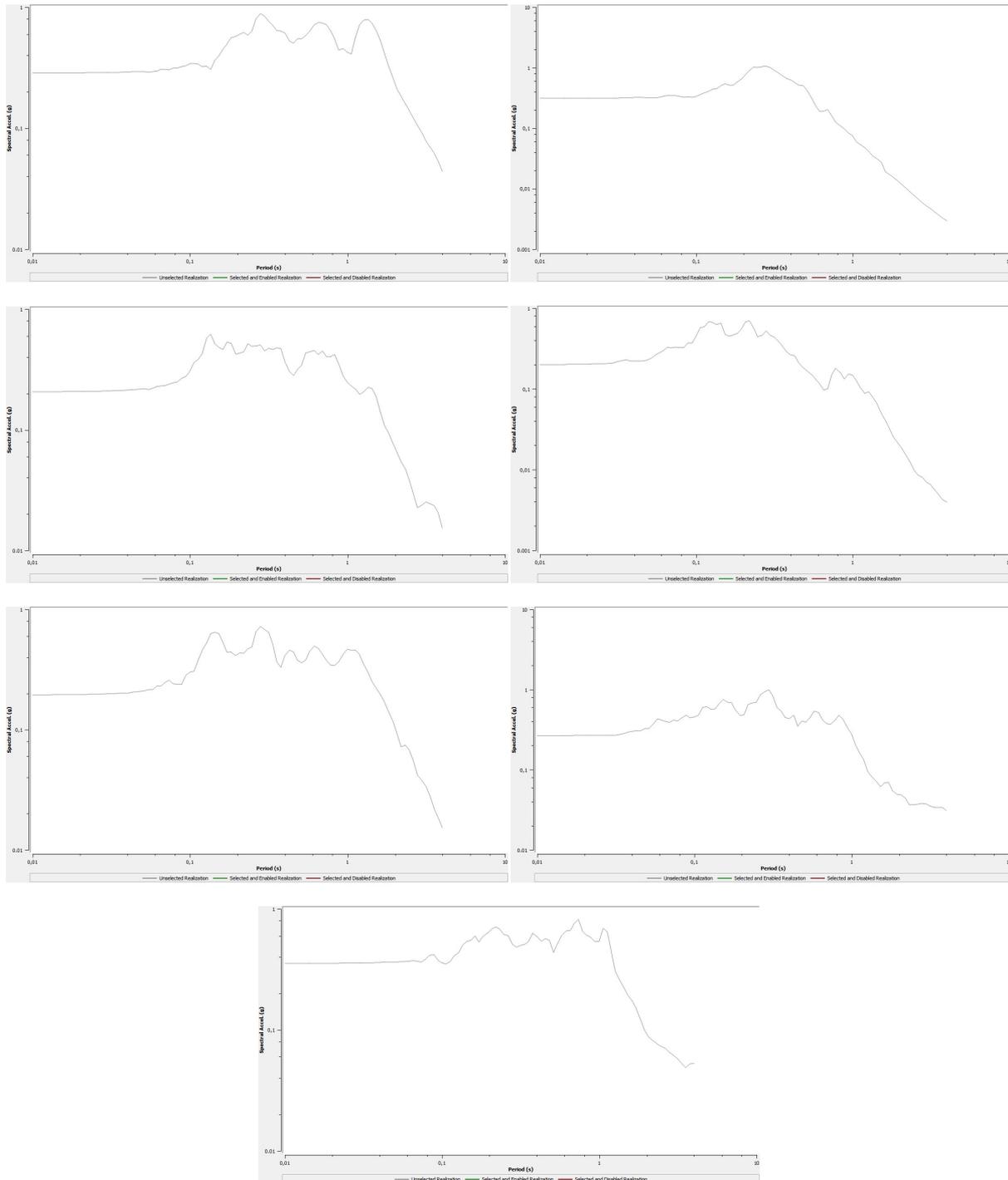


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2009 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE

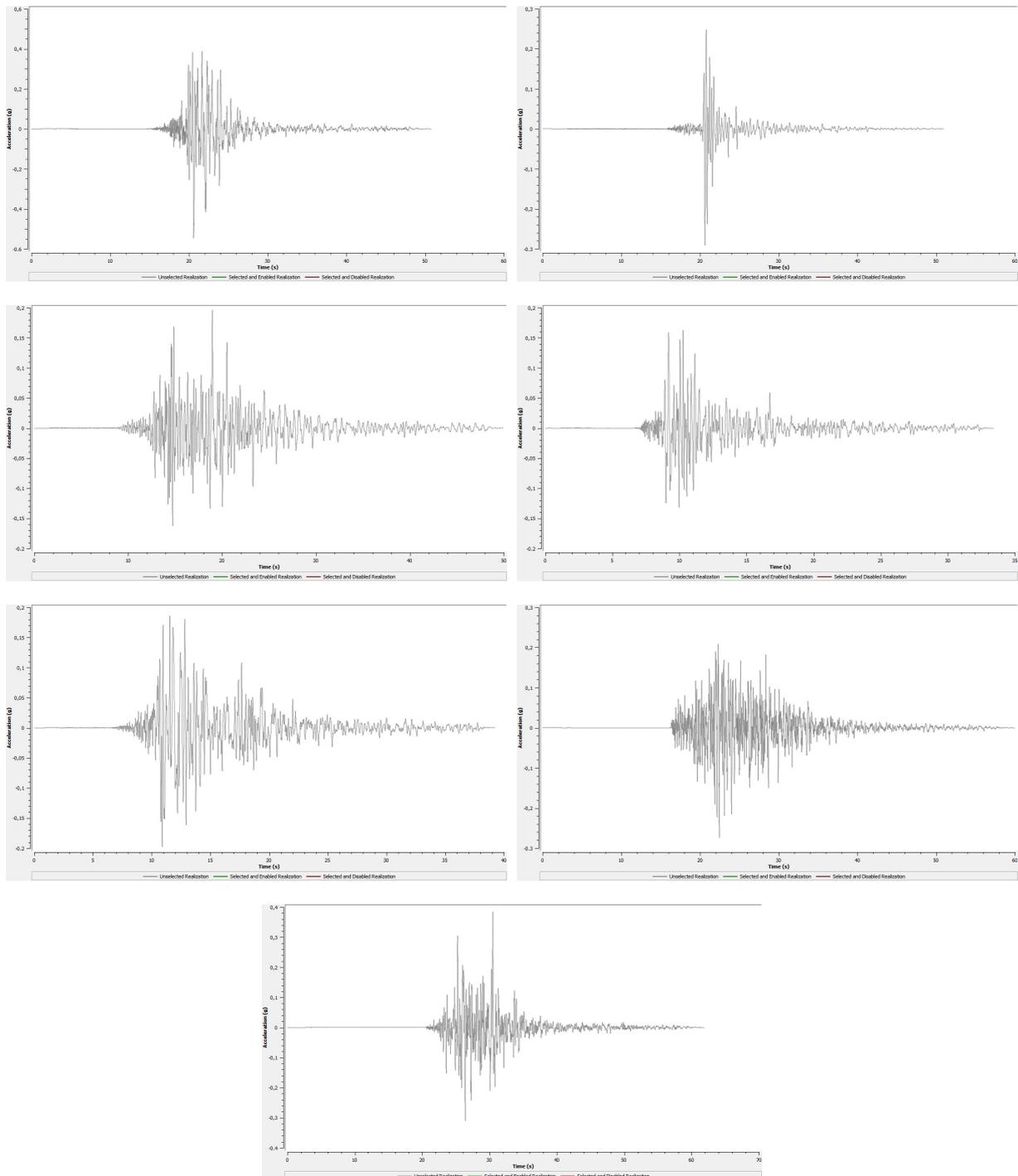


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldara
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDARA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2010 – N. 7 ACCELEROGRAMMI IN SUPERFICIE

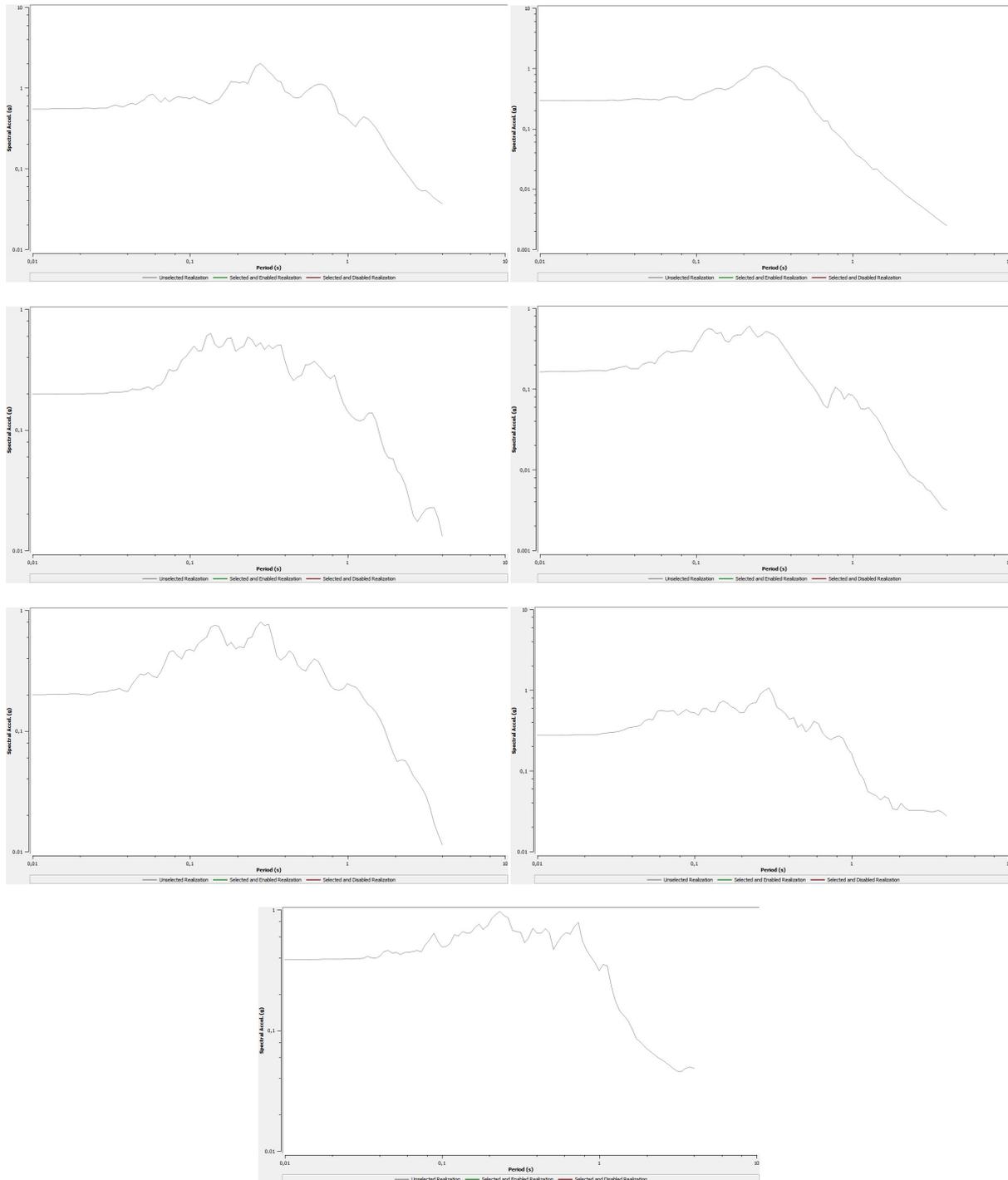


Dott. Geol. Mauro Cataldi



Regione Marche – Comune di Caldarola
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065
Relazione Illustrativa

MOPS 2010 – N. 7 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN SUPERFICIE



Dott. Geol. Mauro Cataldi



Tabella 10 – Categorie di suolo (da NTC 2008).

| Categoria | Descrizione |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di VS,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o di terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina). |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina). |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina). |
| E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s). |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

Per il caso in esame, ad ogni microzona individuata nella Carta delle MOPS vengono attribuite le seguenti velocità medie Vs, derivate da tutte le MASW eseguite e reperite e la seguente categoria di suolo.

| n. MOPS | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2099 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vs,30 (m/s) | 313 | 498 | 418 | 592 | 443 | 437 | 264 | 392 | 504 |
| CATEGORIA SUOLO | C | B | B | B | B | B | C | B | B |

9. Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati

Come già ampiamente trattato nel precedente capitolo 2, relativo agli eventi sismici di riferimento, il territorio comunale di Caldarola, ha registrato nel passato episodi sismici anche distruttivi, di cui in particolare ricordiamo (aggiungendo anche i due eventi recenti):

| <i>Data</i> | <i>Area epicentrale</i> | <i>Mw</i> |
|-------------|-----------------------------|-----------|
| 30/04/1279 | Appennino umbro-marchigiano | 6,20 |
| 01/12/1328 | Valnerina | 6,49 |
| 14/01/1703 | Valnerina | 6,92 |
| 12/05/1730 | Valnerina | 6,04 |
| 24/04/1741 | Fabrianese | 6,17 |
| 17/04/1747 | Appennino umbro-marchigiano | 6,05 |
| 28/07/1799 | Appennino marchigiano | 6,18 |
| 12/03/1873 | Appennino marchigiano | 5,85 |
| 28/08/1921 | Monti Sibillini | 4,66 |
| 08/06/1922 | Valle del Chienti | 4,73 |
| 09/12/1936 | Caldarola | 4,76 |
| 01/09/1951 | Monti Sibillini | 5,25 |
| 19/09/1979 | Valnerina | 5,83 |
| 26/09/1997 | Appennino umbro-marchigiano | 5,97 |
| 26/10/2016 | Castelsantangelo sul Nera | 5,90 |
| 30/10/2016 | Norcia | 6,50 |

1279: nessuna informazione su Caldarola ma del fatto che sia stato sicuramente distruttivo sono state trovate in rete (<http://storing.ingv.it/cfti4med/>) informazioni sugli effetti del sisma nella vicina città di Camerino: “Due delle zone in cui era ripartita la città

Dott. Geol. Mauro Cataldi



furono colpite in maniera gravissima ("submerse") e, in conseguenza di ciò, vi furono molte vittime. Secondo Salimbene de Adam, Alberto Milioli e il "Memoriale potestatum Regensium". La "Chronica S. Petri Erfordensis", ricorda, probabilmente amplificando la notizia, la distruzione di tutte le torri e tutte le case e computa in mille il numero delle vittime. Secondo lo storico di Camerino Camillo Lili (1649), che utilizzò il diario di Pietro Antonio Lili, un suo antenato vissuto due secoli prima (circa metà del XV secolo), crollò ("cecidit") il campanile di Santa Maria, la torre di San Giacomo e un monastero di monache che perirono tutte ad eccezione di una. A questo stesso convento forse rimandano gli "Annales Polonorum" che riferiscono di un convento cistercense dove morirono cinquanta suore".

1328: I commenti storico-critici su questo terremoto e le descrizioni degli effetti nelle varie località non sono stati elaborati. L'analisi più recente è pubblicata in E. Guidoboni e A. Comastri, "Catalogue of Earthquakes and Tsunamis in the Mediterranean Area from the 11th to the 15th Century", INGV-SGA, Roma-Bologna 2005, 1037 pp.

1703: nessuna informazione su Caldarola ma dall'opera del Baglivi G., Historia Romani Terremotus, & Urbium adjacentium, Anno infelicissimo 1703, in "Opera omnia medico-practica, et anatomica", pp.270-277, si legge che la scossa del 14 gennaio causò il crollo della chiesa di S. Maria a Camerino, il centro fu gravemente danneggiato. Dall'opera del De Carolis P. Relazione generale delle ruine, e mortalità cagionate dalle scosse del Terremoto de' 14 Gennaro, e 2 Febbraro 1703 in Norcia, e Cascia, e loro contadi, compresi li Castelli delle Rocchette, e Ponte, Giurisdizione di Spoleto, si legge che furono rase al suolo tutte le attuali frazioni di Preci e Visso (Mevale, Rasenna, Croce...). Anche San Severino Marche subì molti danni.

1730: nessuna informazione su Caldarola ma si legge che a Camerino, San Ginesio e San Severino il terremoto fu sentito fortemente e spaventò gli abitanti che fuggirono dalle case; non vi furono danni; furono celebrati riti religiosi di ringraziamento.

1741: nessuna informazione su Caldarola ma si legge che a Camerino il terremoto danneggiò fortemente la maggior parte di case e palazzi; numerose abitazioni furono rese inagibili per il rischio di crolli. Subirono danni gravi la cattedrale e la chiesa di S. Venanzio le cui volte risultarono fortemente sconnesse a causa della rottura delle catene di ferro che servivano a rinforzarle; crollò totalmente la volta dell'oratorio del Suffragio. Non ci furono vittime". Tratto da distinta relazione dell'orribile Terremoto seguito nello scaduto Mese di aprile del corrente Anno 1741 nelle Città di Camerino, Urbino, Pesaro,

Jesi, e Fabriano. Con la descrizione della mortalità delle Persone, e danni recati nelle Chiese, Palazzi, e Case delle dette Città. Roma–Palermo 1741. Danni al patrimonio artistico anche a San Severino Marche.

1747: nessuna informazione su Caldarola ma si legge che a Camerino la scossa del 17 aprile causò gravi danni alla cattedrale, in particolare alla volta e alla facciata; i lavori di riparazioni, che costarono circa 3.000 scudi e riguardarono in particolare la ricostruzione totale della facciata, furono completati entro il 1750. Tratto da Archivio Segreto Vaticano, Sacra Congregatio Concilii, Relationes dioecesium, b.176 A, Camerinensis et Fabrianensis I, Relazione del vescovo di Camerino e Fabriano alla Congregazione del Concilio sullo stato delle diocesi, Camerino 17 novembre 1747.

1799: riguardo Caldarola e paesi limitrofi si legge che i morti furono complessivamente 104, di cui 43 a Camerino, che all'epoca aveva circa 6.000 abitanti, 13 a Morico, 9 a Cessapalombo, 6 a Sarnano, 5 a San Ginesio, 3 a Caldarola, 2 a San Severino Marche, 2 a Belforte di Chienti. Il terremoto causò gravi danni alle abitazioni; in particolare furono fortemente danneggiate le facciate delle case, caddero tutti i comignoli e i pavimenti delle camere; crollò parzialmente il monastero di S. Caterina; morirono 3 persone. Tratto da Pergalani F. Alcune note sul terremoto del 1799 nell'area camerte, in "Proposte e ricerche", fasc.13, pp.90–94. Urbino 1984. Per la curiosità del lettore si riporta anche quanto segue: "La scossa principale, che causò le maggiori distruzioni avvenne alle ore 3 di notte (22:05 GMT ca.) e durò 6 secondi. Varie scosse si susseguirono per circa un mese. Interessanti fenomeni luminosi furono osservati in concomitanza con l'evento sismico: il più notevole consistette in una vampa di fuoco uscita dalla terra nella località Parolito, a 2 miglia e mezzo da Sanseverino. Gli effetti cumulativi risultarono particolarmente distruttivi a Cessapalombo, San Ginesio, Sarnano, Camerino e San Severino Marche. Cessapalombo fu completamente distrutta, le case crollarono dalle fondamenta. A Sanginesio gravi danni riportarono le abitazioni e le chiese. A Sarnano furono diffusamente danneggiate le abitazioni. A Camerino, per il quale si ha il maggior numero di informazioni, i danni maggiori riguardarono le abitazioni dei privati cittadini e fu osservato che le case di mattoni, ben costruite e di recente fattura, resistettero bene, mentre quelle più vecchie, che erano costruite con grosse pietre di cava irregolari, legate con pessime malte, subirono i danni più gravi: ribaltamenti delle pareti esterne o gravi lesioni. Fra gli edifici pubblici riportarono lesioni il campanile, il palazzo pubblico, le porte della città, l'ospedale e l'università; crollarono il tetto del duomo, la cupola della chiesa di S. Maria in Via e il catino della chiesa di S. Venanzio; subì alcuni danni la chiesa

Dott. Geol. Mauro Cataldi



di S. Maria delle Carceri e fu distrutta la chiesa di S. Maria del Carmine. Alcune decine di paesi e villaggi dell'area collinare subirono danni gravi. A San Severino Marche la scossa causò danni notevolissimi a molti edifici; furono lesionati il palazzo vescovile, il pubblico forno e la porta del Peso; crollò la volta del coro della Cattedrale; riportarono danni gravi le chiese di S. Agostino, S. Rocco, S. Giuseppe, S. Giovanni, il monastero di S. Maria delle Grazie e le chiese suburbane di S. Maria del Glorioso e S. Domenico; la villa Collio fu gravemente danneggiata, crollarono le chiese di S. Michele e la porta S. Giovanni. Nella zona circoscrivita crollarono molte case di campagna e molte chiese rurali; i paesi di Càgnore, Casolo, Fulconi, Gagliannuovo, Granali, Serrone e Stigliano furono quasi completamente distrutti. La scossa fu forte a Teramo dove furono lesionate parecchie case fuori della città e ad Assisi dove a Santa Maria degli Angeli il convento riportò lievissimi danni. La scossa fu avvertita molto forte senza causare danni ad Ancona e Perugia, debole a Roma”.

1873: nessuna informazione su Caldarola ma comunque si scrive che: “La scossa avvenne il 12 marzo 1873, alle ore 20:04 GMT ca.; fu distruttiva in una ristretta area interna delle Marche meridionali. I danni più gravi si ebbero nella zona di Camerino e San Ginesio, dove, soprattutto nei piccoli insediamenti rurali e nelle case isolate delle campagne, furono rilevate lesioni e crolli parziali nelle murature, cadute di volte e soffitti. Morello, un villaggio nei pressi di San Ginesio abitato da 5-6 famiglie, fu pressoché distrutto. A San Ginesio furono danneggiate le chiese di S. Tommaso, della Collegiata, e di San Francesco; in quest'ultima crollò la cupola e il soffitto fu squarciato da una parte all'altra. In 70 case del paese vi furono crolli parziali. Nel vicino paese di San Marco, la chiesa e la casa parrocchiale subirono gravi crolli parziali. A Camerino crollarono tutti i comignoli e tutte le case riportarono lesioni; la chiesa di S. Antonio, crollata parzialmente, dovette essere abbattuta per evitare danni alle abitazioni vicine. La scossa causò danni gravissimi nelle chiese di S. Maria in Via e di S. Angelo, nel convento di S. Carlo e nell'asilo infantile. L'edificio dell'Università e quello della Prefettura subirono danni minori. Nella campagna circostante caddero molte case coloniche. Crolli di comignoli e danni di varia entità, quali fenditure, lesioni e crolli parziali, furono rilevati in numerose altre località marchigiane e umbre: Amandola, Fabriano, Gualdo, Matelica, Pioraco, Serra Sant'Abbondio, Cingoli, Pergola, Spoleto, Urbino. Un forte effetto di amplificazione si ebbe a Firenze: la città subì alcuni danni sebbene si trovasse ai margini dell'area in cui la scossa era risultata forte, ma senza danni. Nel convento del Carmine, adibito a caserma dei corazzieri reali, crollò la volterrana (volta costruita con i mattoni messi di fianco) che copriva il corridoio

soprastante la grande scuderia, per una lunghezza totale di 12 metri. La scossa fu sentita in un'area molto vasta, e in numerose località costiere dell'Istria e della Dalmazia”.

1979: nessuna notizia su Caldarola e a differenza di altri comuni limitrofi non rientrò nell'elenco di quelli a cui risultavano applicabili i provvedimenti stabiliti dal decreto legge 15 ottobre 1979, n.494, che prevedeva sovvenzioni e agevolazioni fiscali per le popolazioni delle zone colpite dal terremoto.

Uno degli eventi sismici per il quale si può disporre di informazioni riguardanti la distribuzione del danneggiamento è il terremoto Umbria–Marche del 1997 che ha condizionato la storia delle località in esame. Si è cercato di condurre delle analisi in base alle pratiche di ristrutturazione depositate presso il Comune di Caldarola.

Dal reperimento dei dati acquisiti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, considerato che la gran parte dei progetti visionati sono relativi alla al Programma di Recupero dei fabbricati ai sensi della L. 61/98, si è avuta percezione della distribuzione del danno per lo più a “macchia di leopardo”. Questo probabilmente perché il danneggiamento di alcune costruzioni potrebbe essere stato legato al grado di vulnerabilità e vetustà della struttura e non direttamente a fenomeni di amplificazione, sia topografica che stratigrafica.

Vi furono lesioni in diversi edifici soprattutto del centro storico, nel palazzo comunale, nel castello Pallotta e quasi in tutte le chiese. Un episodio di crollo fu registrato nel Monastero di Santa Caterina.

Per quanto riguarda la distribuzione del danno a seguito degli eventi sismici recenti del 2016 si è ricorso al Geoportale della Protezione Civile disponibile al link “<http://snipc.protezionecivile.it/geo-porta/>” in cui sono presenti diversi *layers* relativi agli esiti dei sopralluoghi FAST, AEDES, ortofoto, ecc..., già a partire dall'evento del 24 agosto.

In particolare, per maggiore completezza nel territorio di Caldarola, dato che gli esiti delle schede FAST o AEDES, alla data attuale (gennaio 2018) devono essere ancora caricati e poiché devono essere ancora svolti parecchi sopralluoghi, soprattutto nelle zone rosse, si è scelto di prendere come riferimento il *layer* relativo al *triage* effettuato dai Vigili del Fuoco che permette di avere un'immediata visione d'insieme del danno. Viene proposta la seguente classificazione degli edifici:

Dott. Geol. Mauro Cataldi



Relazione Illustrativa

| TRIAGE VVF (punti) | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Sostanzialmente indenne |  Sostanzialmente indenne (edif. speciale) |
|  Prontamente ripristinabile |  Prontamente ripristinabile (edif. speciale) |
|  Con criticità significative |  Con criticità significative (edif. speciale) |
|  Critico |  Critico (edif. speciale) |
|  Crolli generalizzati |  Crolli generalizzati (edif. speciale) |
| |  Edifici con PERICOLO |

L'abitato di Caldarola è stato profondamente segnato dai sismi del 26 e del 30 ottobre 2016 tant'è che il centro storico è tutt'ora zona rossa (Figure 102 e 103). Significativamente danneggiati il Monastero di Santa Caterina (danneggiato profondamente anche nel 1799 e nel 1997), il cassero, la torre e la fornace, tutti in parte crollati; danni al castello Pallotta, alla Chiesa dei Santi Gregorio e Valentino (oggetto di interventi di restauro dopo il 1997, localizzati nella cappella dipinta dal Mussini e nella parete che contiene il monumento funebre di Ludovico Clodio), al palazzo dei conti Pallotta (sede comunale), alle chiesa di San Martino e al Santuario di Santa Maria del Monte (danneggiati gravemente anche nel 1799, nel 1936 e nel 1997) e a gran parte delle abitazioni ubicate lungo le vie ortogonali a Piazza Vittorio Emanuele II e lungo via Durante, via Mazzini, corso Roma, via Lungara del Rio e via Lago, con episodi di crolli.



Figura 102 – Distribuzione del danno attraverso l'esito del sopralluogo dei VVF nel centro storico di Caldarola.

Indagini H/V mostrano un notevole contrasto di impedenza nel piazzale antistante il Monastero (043006P394HVS395) indicato nella M.O.P.S. come Zona 9 (30 m di depositi prevalentemente sabbioso-limosi su substrato pelitico-arenaceo).

Al di fuori del centro abitato, quindi dalla zona rossa che è stata delineata la mattina del 30/10/2016, i danni maggiori si sono avuti lungo viale Umberto I con interessamento

Dott. Geol. Mauro Cataldi



delle scuole, lungo via Ludovico Clodio e San Rocco. Situazioni critiche anche in via Piandassalto e via Loreto. L'area, morfologicamente sub-pianeggiante e costituita fino a 40 m da depositi ghiaioso-sabbiosi, tranne che nella sopra-citata via Clodio, ha mostrato un segnale H/V praticamente quasi piatto, anche nei pressi di edifici fortemente danneggiati, in particolare le scuole, su cui si è stata condotta un'analisi approfondita di risposta sismica locale dallo studio Geco srl, Servizi Geologici & Indagini Sismiche per lo studio associato Geoequipe: lo spettro ricavato dalla RSL (sia elastico che normalizzato) è risultato al di sopra dello spettro di normativa (Figura 104) con una funzione di trasferimento da cui emerge una frequenza caratteristica del deposito pari a 19,40 Hz (Figura 105).

Danni inoltre sono stati concentrati nella porzione occidentale del Capoluogo, tra via Giacomo Matteotti, via Annibal Caro e via Alessandro Grifi: qui la situazione geologica è differente in quanto si hanno depositi limoso-argilloso-sabbiosi, per uno spessore fino a 10 m, al di sopra delle ghiaie addensate. L'indagine H/V (043006P405HVSR406) ha mostrato un discreto contrasto di impedenza con $f_0 = 7,05$ Hz che ha costretto a circoscrivere l'area in una nuova M.O.P.S. denominata Zona 7.

Indenne la zona industriale e artigianale di via Aldo Buscalferri e di via Martiri di Montalto, senza particolari danni alle attività produttive.

Data la morfologia sub-pianeggiante, sono esclusi fenomeni legati ad amplificazione di tipo topografico.



Figura 103 – Distribuzione del danno attraverso l'esito del sopralluogo dei VVF fuori dal centro storico di Caldarola.

Regione Marche – Comune di Caldarola
 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI CALDAROLA AI SENSI DELL'ORDINANZA DEL COMMISSARIO
 STRAORDINARIO N. 24 REGISTRATA IL 15 MAGGIO 2017 AL N. 1065

Relazione Illustrativa

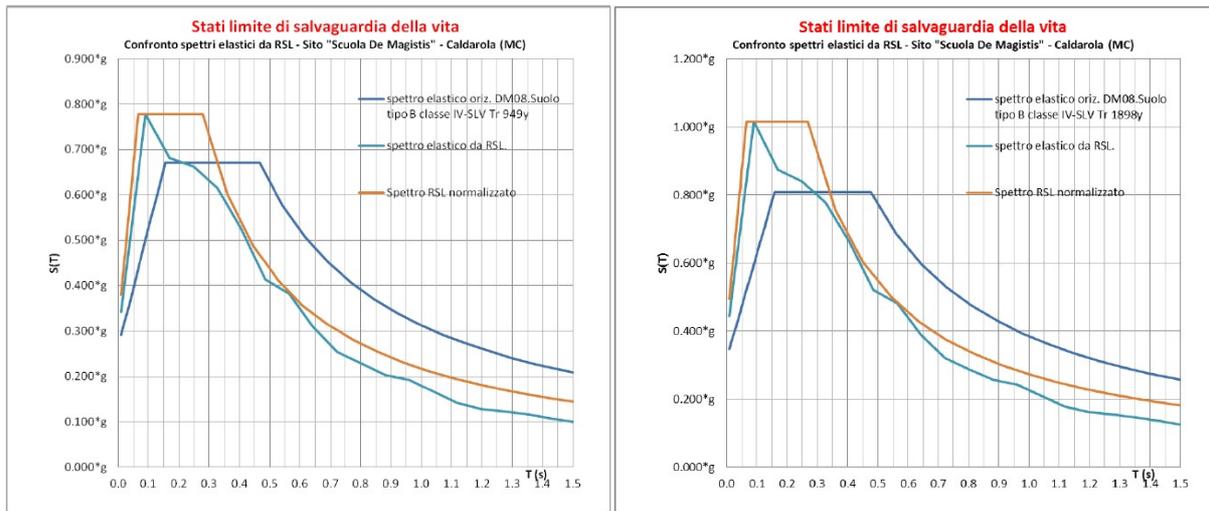


Figura 104 – Confronto fra gli spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC08 per suolo di tipo B classe IV SLV. A Sinistra, TR 949 y; a destra, 1898 y. Fonte: “Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) eseguita per il sito di sedime della scuola primaria e dell’infanzia “Simone de Magistris” di Caldarola (MC)”.

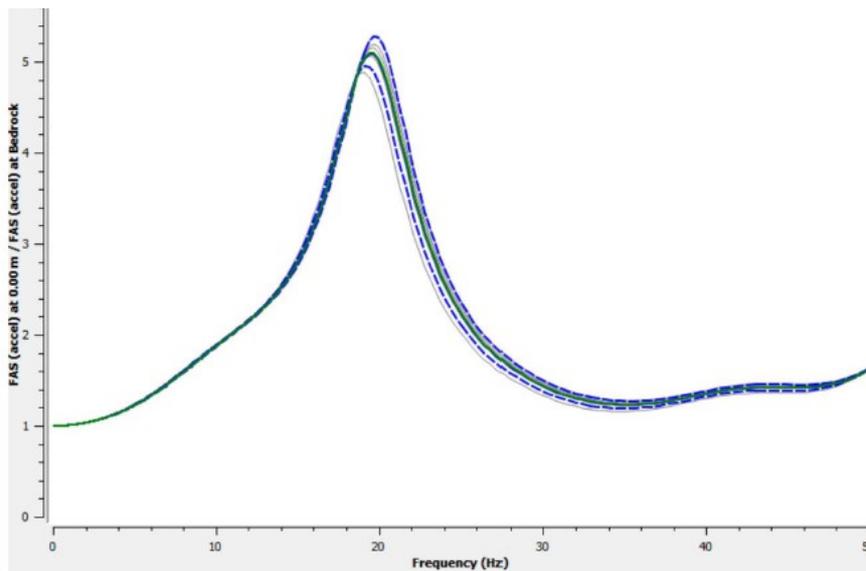


Figura 105 – Funzione di trasferimento da suolo rigido a superficie. Fonte: “Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) eseguita per il sito di sedime della scuola primaria e dell’infanzia “Simone de Magistris” di Caldarola (MC)”.

Infine, per quanto riguarda borgo Piandebussi (Figura 106), anche qui è stato necessario ricorrere alla perimetrazione della zona rossa, in quanto diversi edifici, compresa la chiesa di Santa Maria delle Grazie, hanno subito gravi danneggiamenti. Una misura H/V (043006P406HVSR407) ha fornito modesto picco a $f_0 = 4,57$ Hz. Gran parte degli edifici, comunque, sono in muratura e particolarmente vulnerabili.

Dott. Geol. Mauro Cataldi

